

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**AMPLIACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA I. E. N°  
82064, DISTRITO DE JASÚS, PROVINCIA DE CAJAMARCA,  
DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**

**PROYECTO PROFESIONAL**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**Presentado por el Bachiller:**

**Jaime Antonio Revilla Moncada**

**Asesores:**

**Dra. Ing. Rosa Haydee Llique Mondragón**

**Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno**

**Cajamarca, noviembre de 2014**



### **AGRADECIMIENTO**

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer hoy y siempre a mi familia por el esfuerzo realizado por ellos. El apoyo en mis estudios, de ser así no hubiese sido posible. A mis padres y demás familiares ya que me brindan el apoyo, la alegría y me dan la fortaleza necesaria para seguir adelante.

Un agradecimiento especial a mis asesores, por la colaboración, paciencia, apoyo y sobre todo por esa amistad que me brindaron y me brindan, por escucharme y aconsejarme siempre.

EL AUTOR



### DEDICATORIA

*Le dedico primeramente mi trabajo a Dios quien fue el creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar.*

*De igual forma, a mis Padres, a quien le debo toda mi vida, les agradezco el cariño y su comprensión, a ustedes quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino.*

*A mis maestros, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.*

*Jaime Antonio*



## RESUMEN

El desarrollo del presente proyecto comprende los estudios básicos y complementarios para la ampliación de la infraestructura de la institución educativa N° 82064 ubicada en el jirón Lima, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, sobre un terreno plano de 4,691.38 m<sup>2</sup>.

El edificio tiene 2 pisos. El área construida total del proyecto es 955.31 m<sup>2</sup> con topografía plana. Se ha planteado la construcción de un aula de innovación pedagógica, un área para el centro de recursos educativos, un espacio para tóxico y psicología, y un módulo de servicios higiénicos para personas discapacitadas, todo esto en la primera planta. La segunda planta estará destinada para una sala de usos múltiples con su área de apoyo y servicios higiénicos, además de un corredor que lleva hacia el edificio existente destinado para aulas.

El sistema estructural del edificio de concreto armado está conformado por muros de corte, columnas y vigas. Los techos se resolvieron usando aligerados y losas macizas. Para la cimentación, dada la buena capacidad del terreno (4Kg/cm<sup>2</sup>), se diseñó usando zapatas aisladas y conectadas. La profundidad de cimentación es 1.80 m.

Las instalaciones sanitarias y eléctricas se desarrollaron según las necesidades de la cantidad de alumnos y personal que se espera ocupe los ambientes. El proceso se realizó siguiendo las recomendaciones del Ministerio de Educación y del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.) al igual que otras normas de diseño vigentes.

La edificación desarrollada se integrará de manera armoniosa con las instalaciones existentes de la institución cumpliendo con las exigencias de confort y seguridad para que se puedan desarrollar las actividades escolares de una adecuada manera.



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. OBJETIVOS.....	1
1.3. ALCANCES.....	1
1.4. CARACTERÍSTICAS.....	1
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.6. RECURSOS MATERIALES.....	3
1.7. RECURSOS HUMANOS .....	4
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
2.1. ANTECEDENTES .....	5
2.2. CONSIDERACIONES GENERALES.....	5
2.2.1. ANÁLISIS POBLACIONAL .....	5
2.2.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	10
2.2.3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS .....	11
2.2.4. HIDROLOGÍA .....	14
2.2.5. HIDRÁULICA.....	17
2.2.6. PROYECTO ARQUITECTÓNICO .....	18
2.2.7. PROYECTO ESTRUCTURAL .....	27
2.2.8. PROYECTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	48
2.2.9. PROYECTO DE INSTALACIONES SANITARIAS .....	59
2.2.10. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....	79
<b>3. METODOLOGÍA</b> .....	<b>86</b>
3.1. ANÁLISIS POBLACIONAL.....	86
3.1.1. TASA DE CRECIMIENTO .....	86
3.1.2. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	86
3.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO .....	86
3.2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	86
3.2.2. TRABAJO DE GABINETE .....	86
3.3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS .....	86
3.3.1. UBICACIÓN DE CALICATAS .....	86
3.3.2. EXPLORACION Y OBTENCION DE MUESTRAS .....	86
3.3.3. ENSAYOS DE LABORATORIO .....	87
3.4. HIDROLOGÍA.....	89
3.4.1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	89



3.4.2.	TRANSFERENCIA DE INTENSIDADES A LA ZONA DEL PROYECTO .....	89
3.4.3.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	90
3.4.4.	SIMULACIÓN DEL MODELO PROBABILÍSTICO DE GUMBEL .....	90
3.4.5.	INTENSIDADES .....	90
3.5.	HIDRÁULICA .....	90
3.5.1.	CAUDAL DE DISEÑO .....	90
3.5.2.	DISEÑO DE LA SECCIÓN DE CANALETAS.....	90
3.6.	PROYECTO ARQUITECTÓNICO.....	91
3.7.	PROYECTO ESTRUCTURAL.....	91
3.7.1.	PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	91
3.7.2.	ESTRUCTURACIÓN Y METRADO DE CARGAS .....	91
3.7.3.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL .....	91
3.7.4.	DISEÑO ESTRUCTURAL.....	102
3.8.	DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	104
3.8.1.	ILUMINACION EN INTERIORES.....	104
3.8.2.	CIRCUITOS DE FUERZA .....	108
3.8.3.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....	109
3.9.	DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS.....	109
3.9.1.	SISTEMA DE AGUA FRÍA .....	109
3.9.2.	SISTEMA DE DESAGÜE Y VENTILACIÓN.....	110
3.9.3.	SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA.....	110
3.10.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....	110
<b>4.</b>	<b>PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>111</b>
4.1.	ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO .....	111
4.1.1.	Análisis de la población estudiantil.....	111
4.2.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO .....	112
4.3.	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS .....	112
4.3.1.	Ensayos de laboratorio.....	112
4.3.2.	Perfiles estratigráficos.....	113
4.3.3.	Capacidad portante .....	114
4.4.	ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	115
4.4.1.	Recopilación de intensidades .....	115
4.4.2.	Análisis de la información .....	117
4.5.	DISEÑO ARQUITECTÓNICO.....	119
4.5.1.	Proyecto arquitectónico.....	119



4.5.2.	Características de los ambientes .....	119
4.6.	DISEÑO ESTRUCTURAL.....	120
4.6.1.	Características estructurales .....	120
4.6.2.	Predimensionamiento de Elementos Estructurales .....	120
4.6.3.	Análisis estructural.....	121
4.6.4.	Diseño estructural.....	126
4.7.	DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	128
4.7.1.	Diseño de iluminación.....	128
4.7.2.	Conductores de circuitos derivados.....	129
4.7.3.	Conductores de alimentación.....	129
4.8.	DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS.....	129
4.8.1.	Instalaciones de agua fría.....	129
4.8.2.	Instalaciones de desagüe .....	130
4.8.3.	Sistemas de evacuación de aguas de lluvia .....	130
4.9.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	131
4.9.1.	Análisis general del proyecto .....	131
4.9.2.	Definición del entorno del proyecto .....	131
4.9.3.	Medio físico .....	132
4.9.3.1.	Medio Inerte.....	132
4.9.3.2.	Medio Biótico.....	132
4.9.3.3.	Medio Perceptual.....	132
4.9.4.	Matriz de Leopold.....	132
4.9.5.	Medidas a tomar para la mitigación de impactos negativos.....	134
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>135</b>
5.1.	CONCLUSIONES .....	135
5.2.	RECOMENDACIONES .....	135
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>136</b>
<b>7.</b>	<b>APÉNDICES .....</b>	<b>138</b>
7.1.	Cálculo de la población estudiantil.....	138
7.2.	Puntos topográficos.....	140
7.3.	Estudio de mecánica de suelos .....	143
7.4.	Estudio hidrológico .....	155
7.5.	Hidráulica .....	160
7.6.	Diseño de elementos estructurales.....	162
7.6.1.	Diseño de columnas.....	162



7.6.2.	Diseño de muros estructurales .....	165
7.6.3.	Diseño por cortante .....	169
7.6.4.	Diseño de cimentaciones .....	171
7.6.5.	Diseño de muros de albañilería no portantes .....	172
7.6.6.	Diseño de la cimentación de muros no portantes .....	177
7.7.	Diseño de instalaciones eléctricas .....	178
7.8.	Diseño de instalaciones sanitarias .....	188
7.9.	Panel Fotográfico.....	194

## PLANOS

N°	Descripción	Lámina
01.	Ubicación y Localización .....	U-01
02.	Topográfico .....	T-01
03.	Arquitectura: Planta – Cortes .....	A-01
04.	Arquitectura: Planta – Cortes .....	A-02
05.	Estructuras: Cimentación .....	E-01
06.	Estructuras: Encofrado Techos .....	E-02
07.	Estructuras: Vigas - Escalera .....	E-03
08.	Instalaciones Eléctricas .....	IE-01
09.	Instalaciones Eléctricas .....	IE-02
10.	Instalaciones Sanitarias .....	IS-01



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Para el adecuado avance de la educación es necesario diversos componentes, uno de estos es la de contar con una infraestructura aparente. El presente proyecto, de concretarse, contribuiría a minorar la carencia de locales escolares apropiados con los cuales no cuenta el distrito de Jesús, y así contribuir a mejorar la educación del área de atendida.

El presente proyecto se realizó de acuerdo a las normas vigentes que intervienen en la construcción de una edificación de este tipo además son producto de una programación arquitectónicas, en las que se analizó la necesidad de contar con los ambientes propuestos en el presente proyecto.

El presente trabajo consta de estudios preliminares y complementarios desarrollados a nivel de detalle, los cuales pueden servir como un expediente técnico para la ejecución, ya que contiene todos los elementos que requiere dicho documento.

### 1.2. OBJETIVOS

#### A. General

- Realizar los estudios para la ampliación de la infraestructura de la I.E. N° 82064, Jesús - Cajamarca.

#### B. Específicos

- Diseñar arquitectónica y estructuralmente la edificación en referencia, con criterio técnico y de acuerdo a las normas vigentes de edificaciones.
- Realizar los estudios básicos (Poblacional, Topográfico, Mecánica de Suelos), los estudios definitivos (Arquitectura, Estructuras, Hidrología, Hidráulica, Instalaciones Sanitarias y Eléctricas) y de Impacto ambiental, necesarios para el proyecto.

### 1.3. ALCANCES

El presente proyecto está desarrollado cumpliendo la normatividad vigente, y con criterio técnico y económico, además de tener en cuenta los aportes hechos por las autoridades de la institución educativa y padres de familia, para poder así cumplir con los objetivos del proyecto.

### 1.4. CARACTERISTICAS

#### • Ubicación Política:

- Localización : Jesús
- Distrito : Jesús
- Provincia : Cajamarca
- Región : Cajamarca



- **Ubicación Geográfica:**
  - Latitud : 7°14'48"
  - Longitud : 78°22'36"
  - Altitud : 2,560 m
- **Características Locales:**
  - Clima : Semiseco, templado y semifrío
  - Temperatura promedio anual :
  - Temperatura máxima : 21 – 22 °C
  - Temperatura mínima : 4 – 7 °C
  - Topografía : ondulada a accidentada
- **Acceso:**
  - A 22 km de Cajamarca por carretera asfaltada
- **Áreas y perímetro:**
  - Área del terreno : 4,691.38 m<sup>2</sup> (0.47 Ha.)
  - Área construida existente : 955.306 m<sup>2</sup>
  - Perímetro : 308.26 m
- **Población:** : 14,240 (2007) distrito

- **Análisis Socio Económico**

En el distrito de Jesús hay una marcada diferencia entre la población de las zonas productivas agrícolas y ganaderas, y de las zonas en donde no hay dichas condiciones, reflejándose en las tasas de analfabetismo, deserción escolar y desnutrición.

Debido a la cercanía con la ciudad de Cajamarca y al fácil acceso, no se tiene problemas con la contratación de profesores y de su capacitación de estos, además, la ciudad de Jesús cuenta con los servicios básicos y complementarios para el desarrollo del proceso de enseñanza.

Según el cuadro de población estudiantil se puede apreciar que a partir del año 2001 ésta disminuye, y según el director de la institución y otros pobladores se cree que fue a causa de las políticas de control de natalidad que se llevo a cabo en la década de los noventa.

Dentro del área de influencia de la institución educativa, la actividad económica más importante es la agricultura, la cual dispone de obras de irrigación en una importante área.

También se desarrolla la ganadería principalmente de ganado vacuno y la crianza de animales menores, los cuales son surtidos a los restaurantes locales y de la ciudad de Cajamarca.

Otra actividad importante es la turística, gracias a los circuitos que incluyen a esta ciudad, elevando la generación de recursos por la venta de artesanías, productos lácteos y demás actividades relacionadas con el turismo.



## 1.5. JUSTIFICACIÓN

Uno de los fines de la Universidad Nacional de Cajamarca y de su Facultad de Ingeniería es la proyección social. Una forma de materializar este apoyo a la comunidad es a través de variadas estrategias de influencia, entre ellas tenemos la elaboración de proyectos profesionales de infraestructura educativa.

El presente proyecto profesional recoge el anhelo de toda la comunidad y específicamente, la preocupación del Director, plana docente, alumnas y padres de familia de la I.E. N° 82064 – Jesús, respecto al problema de no contar con ambientes adecuados para el desarrollo de las actividades educativas; ya que actualmente se usan como aulas ambientes destinados para almacenes, que no brindan el tamaño, la iluminación y ventilación necesarias; además la institución no cuenta con un espacio para desarrollar actividades artísticas y reuniones de padres de familia; como tampoco ambientes para biblioteca, sala de cómputo, tópico, etc. Si se materializa el presente proyecto se espera remediar estas dificultades.

## 1.6. RECURSOS MATERIALES

Para la ejecución del presente proyecto se han empleado, entre otros, los siguientes recursos materiales:

### 1.6.1. EQUIPO DE CAMPO

- Estación Total
- GPS navegador
- Brújula
- Cinta métrica de 50m
- Wincha de 5m
- Estacas
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica

### 1.6.2. EQUIPO DE GABINETE

- Computadora personal
- Impresora
- Plotter
- DVDs en blanco
- Memoria USB
- Papel Bond A4
- Papel Bond en rollo para plotter
- Útiles de escritorio

### 1.6.3. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

- Estufa con control de temperatura
- Balanza de precisión
- Taras
- Espátula
- Fiola de 500 cm<sup>3</sup>
- Bomba de vacíos



- Juego de tamices
- Copa de Casagrande

## **1.7. RECURSOS HUMANOS**

### **1.7.1. EJECUTOR DEL PROYECTO PROFESIONAL**

- Bach. Ing. Civil: REVILLA MONCADA, Jaime Antonio

### **1.7.2. ASESORES**

- Dra. Ing. LLIQUE MONDRAGÓN, Rosa Haydee
- Dr. Ing. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Ángel



## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

La Universidad Nacional de Cajamarca, a través de su facultad de ingeniería, ante el déficit de infraestructura que aqueja a la región de Cajamarca y al país en su conjunto, ha desarrollado diversos proyectos profesionales en todas las áreas de aplicación de la ingeniería civil y específicamente en infraestructura escolar, dentro de la provincia, el departamento y fuera de éste.

Estos estudios proponen locales escolares de acuerdo con la realidad local regional y nacional; en los cuales se ha optimizado el criterio técnico económico sobre todo tratándose de locales estatales, en donde se tiene que optimizar los recursos. Dentro de estos se pueden citar los siguientes:

- "Institución Educativa Santa Catalina del Rio Seco – San Marcos" elaborado por los bachilleres Nelly Giovana Pachamango Novoa y Ulises Isaac Saldaña Alvarado en el año 2011. De éste proyecto profesional se ha obtenido información respecto a la disposición de los elementos componentes de la red de instalaciones eléctricas, la metodología para evaluar el impacto ambiental y de sistema de estructuración del edificio.
- "Edificio para la Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Cajamarca", elaborado por Roy Edward Contreras Meléndez en el año 2006. De éste proyecto profesional se ha obtenido información respecto a la disposición arquitectónica de los ambientes.
- "Proyecto a nivel de ejecución del Centro Educativo Estatal Primario Santa Teresita", elaborado por Walter Raúl Cabrera Campos y Arnold Ramsey Mendo Rodríguez en el año 2002. De éste proyecto profesional se ha obtenido información respecto a la metodología para el diseño hidráulico para evacuar el agua pluvial y de la representación topográfica del terreno.
- "Complejo Educativo y conjunto de viviendas de la Cooperativa Huacraruco", elaborado por Ysmael Huacal Fernández, Nicanor Vigo Salazar, Elmer Nieves Santa Cruz, en el año 1999. De éste proyecto profesional se ha obtenido información respecto a la metodología para realizar el estudio de mecánica de suelos.

### 2.2. CONSIDERACIONES GENERALES

#### 2.2.1. ANÁLISIS POBLACIONAL<sup>1</sup>

##### 2.2.1.1. Población

La población tiene dos significados: el más común referido a los habitantes de un país y el segundo al hecho de poblar o sea la

---

<sup>1</sup> Fuente: <http://www.inei.gov.pe/biblioinei/pub/bancopub/Est/Lib0337/Biblio.htm>



población que ocupa un área física y se multiplica extendiendo su base geográfica, aspecto conocido como poblamiento. Así por ejemplo la población peruana es el conjunto de personas que residen en el Perú, cualquiera sea su sexo, edad, religión, estado civil, nacionalidad, etc.

Es conveniente indicar que la población no conforma, necesariamente, un conjunto homogéneo, por ejemplo se puede considerar la población nacida en un territorio (departamento, provincia, distrito, etc.) y la población viviendo en ese territorio. En el primer caso la población tiene una característica histórica común, en el segundo caso, la población simplemente comparte un territorio.

#### 2.2.1.2. Dimensión o tamaño de la población

La dimensión o tamaño de la población está referida al recuento que se hace sin tener en cuenta las diferencias entre individuos. La dimensión o tamaño de la población no es otra cosa que el número de los individuos que la componen, cualesquiera sean las diferencias que los distinguen.

#### 2.2.1.3. Definición de crecimiento poblacional

El crecimiento de la población es el resultado de la dinámica demográfica, es decir, de la interrelación entre los nacimientos, las defunciones y migraciones ocurridas en un determinado período. La población aumenta por efecto de los nacimientos, y de las inmigraciones, y disminuye a causa de las defunciones y emigraciones.

Si la suma de los nacimientos y las inmigraciones es mayor que la suma de las muertes y las emigraciones, entonces la población experimenta un crecimiento. Contrariamente da como resultado un decrecimiento poblacional.

#### 2.2.1.4. Tasa de crecimiento poblacional

Antes de saber bajo los efectos de qué fenómenos evoluciona una población se puede determinar su crecimiento total o global, que es la diferencia entre el contingente  $N_t$  de la población en el tiempo  $t$  y su contingente  $N_0$  en el tiempo  $0$ :

$$\text{Cambio absoluto} = N_t - N_0 \quad (\text{Ec. 1})$$

Puede expresarse, de manera muy simple, a través del cambio absoluto que mide el volumen de aumento o disminución de la población, es decir, antes de conocer las variables que determinan el crecimiento de la población, se puede constatar su crecimiento total, ocurrido en dos fechas dadas.

Para simplificar, situémonos de inmediato en la unidad de tiempo estándar en demografía, el año, y supongamos conocidos los contingentes de población  $N_t$  al 1° de enero del año  $t$  y  $N_{t+1}$  al 1° de enero del año  $t+1$ . Sólo falta por relacionar el crecimiento  $N_{t+1} - N_t$  con



el contingente de población. Pero ¿qué contingente?. Este no ha dejado de variar durante el transcurso del año.

Se puede utilizar el contingente inicial,  $N_t$  y calcular el crecimiento relativo en un año o en  $n$  años.

$$r = \frac{N_{t+1} - N_t}{N_t} \quad (\text{Ec. 2})$$

Si se supone que este crecimiento relativo es constante, cada año la población aumenta en la cantidad  $rN$  y si se parte del año 0, la población llega a ser, un año después:

$$N_1 = N_0 + rN_0 = N_0(1 + r) \quad (\text{Ec. 3})$$

y dos años después:

$$N_2 = N_1(1 + r) = N_0(1 + r)^2 \quad (\text{Ec. 4})$$

y,  $t$  años después:

$$N_t = N_0(1 + r)^t \quad (\text{Ec. 5})$$

Despejando  $r$ , tenemos:

$$r = \sqrt[t]{\frac{N_t}{N_0}} - 1 \quad (\text{Ec. 6})$$

#### 2.2.1.5. Interpretación de la tasa de crecimiento $r$

Es lo que crece la población en un período dado, por ejemplo, la tasa de crecimiento de la población peruana entre los censos de 1981 y 1993 fue de  $r = 2,0\%$ , significa que la población peruana en dicho período aumenta a un promedio anual de 2 habitantes por cada 100 personas se podría pensar que ese crecimiento es bajo, sin embargo, con una tasa de crecimiento de este valor la población se duplica en 35 años.

En la actualidad la población crece independientemente de factores que antiguamente lo afectaban, como eran los cambios climáticos, las epidemias y pestes, el hambre, etc., el crecimiento poblacional es un reflejo del control del hombre sobre la naturaleza, por medio de los adelantos sociales y técnicos.

#### 2.2.1.6. Medición el crecimiento de la población

El crecimiento poblacional se mide, por lo general, mediante el empleo de una ecuación matemática que describe el cambio ocurrido en un determinado período, en el supuesto de que la tendencia experimentada ha sido la de una línea recta, una curva geométrica, o una curva exponencial.



### 2.2.1.7. Supuestos del crecimiento aritmético y geométrico de la población

El crecimiento aritmético supone un crecimiento lineal o sea que cada año la población crece en una magnitud constante, por lo que su utilización es aconsejable solamente en períodos cortos (6 meses, 1 o 2 años). El crecimiento geométrico supone un crecimiento porcentual constante en el tiempo, es aplicable en períodos largos, lo que desde el punto de vista demográfico se identifica más con el comportamiento real de la población.

### 2.2.1.8. Interpretación el crecimiento lineal o aritmético de la población

El empleo de una línea recta para medir el cambio poblacional, supone que la población ha aumentado (o disminuido) en una cantidad promedio constante durante todo el período de observación.

La ecuación que describe este tipo de crecimiento es la siguiente:

$$N_t = N_0 + \Delta_t \quad (\text{Ec. 7})$$

Dónde:

$N_0$  y  $N_t$  = población al inicio y al final del periodo

$\Delta$  = volumen constante de cambio anual

$t$  = tiempo en años entre  $N_0$  y  $N_t$

y puede medirse a partir de una tasa promedio anual de crecimiento, cuya aproximación aritmética sería la siguiente:

$$r' = \frac{N_t - N_0}{\frac{N_t + N_0}{2} \cdot t} \quad (\text{Ec. 8})$$

Dónde:  $\frac{N_t - N_0}{t}$  = Volumen constante de cambio anual del período

$\frac{N_t + N_0}{2}$  = Población promedio

### 2.2.1.9. Interpretación del crecimiento geométrico

Mediante el empleo de una curva de este tipo, se asume que la población crece (o decrece) a una misma tasa promedio en cada unidad de tiempo, usualmente un año.

Este tipo de crecimiento se describe a partir de la siguiente ecuación:

$$N_t = N_0(1 + r)^t \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde "r" es la tasa de crecimiento promedio anual (constante) del período y puede calcularse de la siguiente forma:

$$r = \sqrt[t]{\frac{N_t}{N_0}} - 1 \quad (\text{Ec. 10})$$



Aplicando logaritmos, a fin de facilitar el cálculo:

$$r = \text{antilog} \left[ \frac{\log \left( \frac{N_t}{N_0} \right)}{t} \right] - 1 \quad (\text{Ec. 11})$$

Donde

$N_0$  y  $N_t$  = población al inicio y al final del periodo

$t$  = tiempo en años entre  $N_0$  y  $N_t$

#### 2.2.1.10. Método del Crecimiento Aritmético (Cambio Lineal)

Es este el método más sencillo de extrapolación. Consiste en calcular la cifra media anual de aumento de la población entre un censo y el siguiente y añadir una cantidad igual por cada año transcurrido después del último censo.

Elo supone una relación de aumento lineal de la población de la siguiente naturaleza:

$$N_t = N_0 + \Delta_t \quad (\text{Ec. 12})$$

Dónde:

$\Delta$  = La cifra media anual de aumento de la población entre los años 0 y  $k$  del pasado,

$N_0$  y  $N_k$  = Las poblaciones observadas en dos fechas del pasado reciente,

$N_t$  = La población futura o resultado de la proyección,

$k$  = Período en años, entre  $N_0$  y  $N_k$

$t$  = Es el número de años que se va a proyectar la población.

Al aplicarse este método deberá considerarse, además de su relativa sencillez, que el supuesto básico de un aumento constante de población, significa en realidad un ritmo descendente del crecimiento de la población.

#### 2.2.1.11. Método del Crecimiento Geométrico (Cambio Geométrico)

La aplicación de este método supone que la población aumenta constantemente en una cifra proporcional a su volumen cambiante. Para obtener la población futura se aplica al último dato poblacional que se tenga, la fórmula del "interés compuesto" manteniendo constante la misma tasa anual de crecimiento del periodo anterior:

$$N_t = N_0(1 + r)^t \quad (\text{Ec. 13})$$

Dónde:

$N_0$  = Población al inicio del periodo

$N_t$  = Población futura, resultado de la proyección

$r$  = Tasa media anual de crecimiento

$t$  = Número de años que se va proyectar la población



## 2.2.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO<sup>2</sup>

### 2.2.2.1. Topografía

Es una rama de la ingeniería que se propone determinar la posición relativa de los puntos, mediante la recopilación y procesamiento de las informaciones de las partes físicas del geode.

### 2.2.2.2. Consideraciones básicas en topografía

- A. Hipotéticamente la superficie terrestre de observación es una superficie plana horizontal.
- B. Se encarga de realizar mediciones en una porción de tierra relativamente pequeña.
- C. La dirección de la plomada, se considera que es la misma dentro de los límites del levantamiento.
- D. Todos los ángulos medidos en topografía se consideran planos.
- E. Se considera recta a toda línea que une dos puntos sobre la superficie de la tierra.

### 2.2.2.3. Levantamiento topográfico

Es el proceso por el cual se realizan un conjunto de operaciones y métodos para representar gráficamente en un plano una porción de tierra, ubicando la posición de sus puntos naturales y/o artificiales más importantes.

### 2.2.2.4. Equipos topográficos

#### A. Sistema de posicionamiento global (GPS)<sup>3</sup>

El sistema de posicionamiento global es un sistema de satélites usado en navegación que permite determinar la posición las 24 horas del día en cualquier lugar del globo y en cualquier condición climatológica.

El sistema de posicionamiento global consiste en un conjunto de 24 satélites que circulan la tierra y envían señales de radio a su superficie. Un receptor GPS es un aparato electrónico pequeño, que permite recibir las señales de los satélites. Este receptor utiliza las señales de radio para calcular su posición, que es facilitada por un grupo de número y letras que corresponde a un punto sobre el mapa.

#### B. Estación Total

Es aquel instrumento topográfico constituido por un teodolito electrónico unido solidariamente a un distanciómetro, estos a su vez llevan en su interior una libreta electrónica y un microprocesador, el cual le permite registrar los datos de campo, obviando la libreta tradicional, así como compensar y procesar los datos obtenidos para registrarlos en un archivo de su memoria.

La estación total nos permite obtener trabajos de alta precisión y un gran ahorro de tiempo; no obstante es preciso aceptar que la

---

<sup>2</sup> Fuente: Topografía. Técnicas Modernas. Edición 2007. Jorge Mendoza Dueñas.

<sup>3</sup> Fuente: GPS fácil. Primera edición. Lawrence Letham.



presencia de este equipo no cambia en absoluto los principios básicos de la topografía.

Con la estación total, podemos medir ángulos horizontales y verticales así como distancias inclinadas; su procesador interno le permite calcular y mostramos inmediatamente la proyección horizontal y vertical de la distancia medida, así como las coordenadas de los puntos medidos, dependiendo del caso.

Además permite medir y calcular la altura de ciertas estructuras así como replantear puntos en el terreno con gran precisión.

#### **2.2.2.5. Trabajo de gabinete**

Los datos obtenidos en campo por encontrarse digitalizados, pueden ser enviados a la memoria de una computadora y ser usado en algún software o el caso inverso: los datos de un proyecto ubicados en un archivo de la memoria de la PC pueden ser transferidos a la estación para el posterior replanteo de los puntos.

### **2.2.3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS<sup>4</sup>**

La mecánica de suelos es la rama de la ciencia que trata el estudio de sus propiedades físicas y el comportamiento de masas de suelos sometidas a varios tipos de fuerzas.

#### **2.2.3.1. Aspectos generales**

##### **A. Suelo**

En el sentido general de la ingeniería, suelo se define como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas.

##### **B. Ubicación de Calicatas**

Consiste en determinar la ubicación de las calicatas a excavar, que deberán ser dentro del área donde se ubicará la cimentación de la obra a ejecutar.

Cuando no se sabe concretamente el emplazamiento de las estructuras entonces se ubicarán las calicatas en todo el terreno de forma uniforme.

##### **C. Exploración y obtención de muestras**

Consiste en excavar la calicata y observar la estratigrafía de donde se sacarán muestras de cada uno de los estratos y se medirán las potencias de éstos.

#### **2.2.3.2. Ensayos de laboratorio**

##### **A. Contenido de humedad ( $w$ )**

Es la cantidad de agua que hay en una muestra de suelo, se define como la relación que existe entre el peso del agua y el peso de

---

<sup>4</sup> Fuente: Principios de ingeniería geotécnica. Primera Edición. Braja M. Das.



sólidos de un volumen dado de suelo. Se determina por la siguiente expresión:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \quad (\text{Ec. 14})$$

Dónde:  $W_w$  = peso del agua

$W_s$  = peso de sólidos

#### B. Peso específico de la masa del suelo ( $\gamma$ )

Es el peso de suelo por volumen unitario. Se determina por la siguiente expresión:

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (\text{Ec. 15})$$

#### C. Peso Específico Relativo de Sólidos

Es la relación entre el peso y el volumen de las partículas minerales de un suelo. Se determina por la siguiente expresión:

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s}{W_s + W_{fs} - W_{fws}} \quad (\text{Ec. 16})$$

#### D. Análisis granulométrico

Estudia la distribución de las partículas que conforman un suelo según su tamaño.

#### E. Límite Líquido

Viene a ser el contenido de humedad en el punto de transición de estado plástico a líquido

#### F. Límite plástico

Viene a ser el contenido de humedad en el punto de transición de estado semisólido a plástico

### 2.2.3.3. Cimentaciones Superficiales<sup>5</sup>

#### A. Cimentaciones

La cimentación o subestructura es aquella parte de la estructura que se coloca generalmente por debajo de la superficie del terreno y que transmite las cargas al suelo o roca subyacentes.

#### B. Capacidad de carga

Capacidad de carga última viene a ser la carga por unidad de área de cimentación bajo la cual ocurre la falla por corte. Terzaghi (1943) fue el primero en presentar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones superficiales. De acuerdo con esta una cimentación es superficial si la profundidad  $D_f$  de la cimentación es menor o igual que el ancho de la misma. Sin embargo, investigadores posteriores sugieren que cimentaciones con  $D_f$  igual a 3 o 4 veces el ancho de la cimentación pueden ser definidas como cimentaciones superficiales.

---

<sup>5</sup> Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Quinta Edición. Braja M. Das.

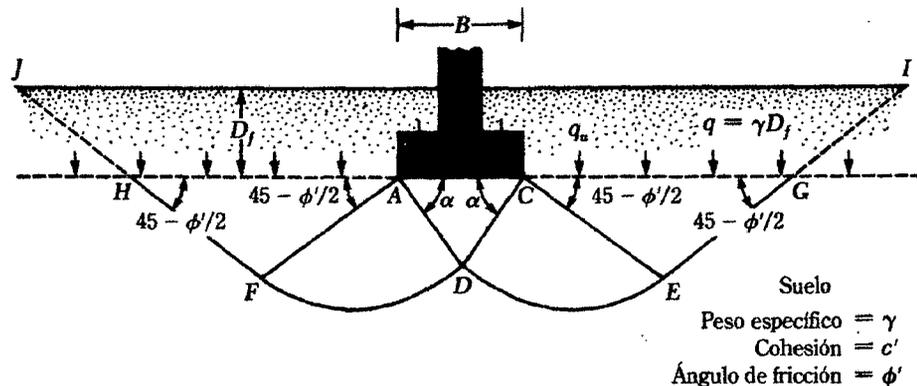


Fig. 1. Zona de falla bajo la cimentación

Terzaghi sugirió que para una cimentación corrida (es decir, cuando la relación ancho entre longitud de la cimentación tiende a cero), la superficie de suelo bajo carga última puede mostrarse similar a la mostrada en la figura 1. El efecto del suelo arriba del fondo de cimentación puede también suponerse reemplazado por una sobrecarga equivalente efectiva  $q = \gamma D_f$  (donde  $\gamma$  es el peso específico del suelo). La zona de falla bajo la cimentación puede separarse en tres partes:

1. La zona triangular ACD inmediatamente debajo de la cimentación.
2. Las zonas de corte radiales ADF y CDE, con las curvas DE y DF como arcos de una espiral logarítmica.
3. Dos zonas pasivas de Rankine triangulares AFH y CEG.

Se supone que los ángulos CAD y ACD son iguales al ángulo de fricción del suelo  $\phi'$ . Note que, con el reemplazo del suelo arriba del fondo de la cimentación por una sobrecarga equivalente  $q$ , la resistencia de corte del suelo a lo largo de las superficies de falla GI y HJ fue despreciada.

Usando el análisis de equilibrio, Terzaghi expresó la capacidad de carga última por falla general, para cimientos corridos, de la forma:

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma \quad (\text{Ec. 17})$$

Dónde:  $c'$  = cohesión del suelo

$\gamma$  = peso específico del suelo

$N_c, N_q, N_\gamma$  = factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo  $\phi'$  de fricción del suelo.

Además expresó a través de ecuaciones análogas para estimar la capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas y circulares, además de cimentaciones que exhiben falla por corte local.



Las ecuaciones de capacidad de carga de Terzaghi se modificaron para tomar en cuenta los efectos de la forma de cimentación ( $B/L$ ), profundidad de empotramiento  $Df$  e inclinación de la carga; además de tomar en cuenta la resistencia de corte del suelo a lo largo de las superficies de falla GI y HJ en la figura 1; dicha ecuación general de capacidad carga propuestas por Meyerhof (1963) tienen la siguiente forma:

$$q_u = c'N_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i} \quad (\text{Ec. 18})$$

Dónde:  $B$  = ancho de la cimentación

$N_c, N_q, N_\gamma$  = factores de capacidad de carga

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$  = factores de forma

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$  = factores de profundidad

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$  = factores de inclinación de la carga

### C. Factor de seguridad<sup>6</sup>

El cálculo de la capacidad admisible bruta de cimentaciones superficiales requiere la aplicación de un factor de seguridad a la capacidad de carga última bruta, o

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} \quad (\text{Ec. 19})$$

Según la norma E.05 del RNE, el factor de seguridad está dado por:

- Para cargas estáticas: 3.0
- Para sollicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2.5

## 2.2.4. HIDROLOGÍA<sup>7</sup>

La hidrología es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades físicas y químicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos.

Gracias a la hidrología, el ingeniero tiene las herramientas para resolver problemas prácticos que se presentan en el diseño de estructuras hidráulicas, como la evacuación de agua pluvial.

### 2.2.4.1. Recopilación de información

Consiste en la recolección, síntesis, organización y comprensión de los datos que se requieren para un determinado trabajo, pudiéndose recolectar de diversas fuentes. La información referente al agua superficial será recopilada de fuentes cercanas y transferida a la zona de trabajo.

<sup>6</sup> NTP E.050 SUELOS - RNE

<sup>7</sup> Fuente: Hidrología Estadística. Tercera Edición. Máximo Villon Bejar.



### 2.2.4.2. Transferencia de intensidades a la zona del proyecto

La transferencia de intensidades está dada por la siguiente fórmula:

$$I_{zona\ estudio} = \frac{H_m I_{Est.patron}}{H_{Est.patron}} \quad (Ec. 20)$$

Dónde:  $I_{zona\ estudio}$  = intensidad en la zona de estudio

$H_m$  = altitud de la zona de estudio

$I_{Est.patron}$  = intensidad de la estación patrón

$H_{Est.patron}$  = altitud de la estación patrón

### 2.2.4.3. Análisis de la información

Consiste en aplicar los métodos de la hidrología para procesar la información.

#### A. Distribución Gumbel

La también llamada Valor Extremo tipo I se utiliza generalmente para ajustar a una expresión matemática, las distribuciones empíricas de frecuencias de caudales máximos anuales, precipitaciones máximas anuales, intensidades máximas, etc.

La distribución acumulada de la distribución Gumbel, tiene la forma:

$$F(x) = e^{-e^{-\frac{(x-u)}{\alpha}}} \quad (Ec. 21)$$

Para:  $-\infty < x < \infty$

Dónde:  $0 < \alpha < \infty$ , es el parámetro de escala

$-\infty < \mu < \infty$ , es el parámetro de posición, también llamado valor central o moda.

Despejando x se calcula la ecuación de predicción del modelo:

$$x = \mu - \alpha \ln \left( -\ln \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right) \quad (Ec. 22)$$

Los parámetros se calculan por:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} S = 0.779696801S$$

$$\mu = \bar{X} - 0.45S$$

Dónde:

$S$  = desviación estándar

$\bar{X}$  = media muestral estimada

#### B. Smirnov – Kolmogorov

La prueba de ajuste de Smirnov – Kolmogorov, consiste en comparar las diferencias existentes entre la probabilidad empírica de los datos de la muestra y la probabilidad teórica, tomando el



valor máximo del valor absoluto, de la diferencia entre el valor observado y el valor de la recta teórica del modelo; es decir:

$$\Delta = \max|F(x) - P(x)| \quad (\text{Ec. 23})$$

Dónde:  $\Delta$  = estadístico de Smirnov – Kolmogorov  
 $F(x)$  = probabilidad de la distribución teórica  
 $P(x)$  = probabilidad experimental o empírica

Para calcular la probabilidad de empírica  $P(x)$  se usa la fórmula de Weibull:

$$P(x) = \frac{M}{N+1} \quad (\text{Ec. 24})$$

Dónde:  $M$  = número de orden  
 $N$  = número de datos

El valor crítico del estadístico depende del tamaño muestral y del nivel de significación dados en tablas. Para estudios hidrológicos se recomienda un nivel de significación de 5%

#### 2.2.4.4. Simulación del modelo probabilístico de Gumbel<sup>8</sup>

##### A. Parámetros de diseño

###### a. Periodo de retorno (T)

Se define como el intervalo promedio de tiempo en años, dentro del cual un evento de magnitud  $x$  puede ser igualado o excedido, por lo menos una vez en promedio. Así, si un evento igual o mayor que  $x$  ocurre una vez en  $T$  años, su probabilidad de ocurrencia  $P$ , es igual a 1 en  $T$  casos, es decir:

$$P(X \geq x) = \frac{1}{T} \quad (\text{Ec. 25})$$

Entonces:

$$P(X < x) = 1 - \frac{1}{T} \quad (\text{Ec. 26})$$

###### b. Vida Útil (n)

La vida útil es la duración estimada que un objeto puede tener cumpliendo correctamente con la función para la cual ha sido creado

###### c. Riesgo (R)

Viene a ser la probabilidad de que el evento, ocurra al menos una vez en su vida útil, y se representa por:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \quad (\text{Ec. 27})$$

###### d. Intensidad (I)

Es la cantidad de agua caída por unidad de tiempo (mm/h). Se calcula empleando la siguiente fórmula:

<sup>8</sup> Fuente: Hidrología. Tercera Edición. Máximo Villon Bejar.



$$I = \frac{PP}{t} \quad (\text{Ec. 28})$$

Dónde:  $PP$  = precipitación en mm  
 $t$  = tiempo en horas

## 2.2.5. HIDRÁULICA<sup>9</sup>

### 2.2.5.1. Caudal de diseño

#### A. Método Racional

En este método se supone que la máxima escorrentía ocasionada por una lluvia, se produce cuando la duración de ésta es igual al tiempo de concentración ( $t_c$ ). Aceptando este planteamiento, el caudal máximo se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{CIA}{360} \quad (\text{Ec. 29})$$

Dónde:

$Q$  = caudal máximo, en  $m^3/s$

$C$  = coeficiente de escorrentía

$I$  = intensidad máxima de la lluvia, en mm/h

$A$  = área a drenar, en has

#### B. Coeficiente de escorrentía (C)

Es una fracción que representa la cantidad de precipitación que llega al cauce de evacuación. Para techados se recomienda un coeficiente de escorrentía de 0.95.

#### C. Tiempo de concentración ( $t_c$ )

Es el tiempo transcurrido desde que una gota de agua cae en el punto más alejado de la cuenca hasta que llega a la salida de ésta. Este tiempo debe incluir también los escurrimientos sobre la misma estructura que se diseña.

Para drenaje y cuencas urbanas se puede calcular con la fórmula de la Federal Aviation Administration:

$$t_c = 0.7035 \left( \frac{1.1-C}{S^{0.333}} \right) L^{0.50} \quad (\text{Ec. 30})$$

Dónde:

$C$  = coeficiente de escorrentía del método racional

$L$  = longitud del flujo superficial, en m

$S$  = pendiente de la superficie, en m/m

### 2.2.5.2. Cálculo hidráulico de canaletas

El cálculo hidráulico de la sección de las canaletas se hace por medio de la expresión de Manning:

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{\eta} \quad (\text{Ec. 31})$$

<sup>9</sup> Fuente: Hidrología. Tercera Edición. Máximo Villon Bejar.



$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{\eta} \quad (\text{Ec. 32})$$

Dónde:

$Q$  = caudal, en  $\text{m}^3/\text{s}$

$\eta$  = coeficiente de rugosidad

$A$  = área hidráulica de la sección transversal, en  $\text{m}^2$

$R$  = radio hidráulico, en  $\text{m}$

$V$  = velocidad de flujo, en  $\text{m}/\text{s}$

$S$  = pendiente, en  $\text{m}/\text{m}$

La velocidad en canaletas se calculará según el material de ésta y su pendiente, esta velocidad no debe erosionar el material de la canaleta ni provocar la sedimentación de partículas en ésta.

## 2.2.6. PROYECTO ARQUITECTÓNICO<sup>10</sup>

### 2.2.6.1. Disposiciones normativas de programación arquitectónica

Adaptado a la nueva estructura educativa y lineamientos curriculares, los requerimientos y necesidades de espacios y su cuantificación, definiendo tipologías que especifiquen capacidad y tamaño de los locales educativos.

#### A. Asignación de espacios

Según el quehacer pedagógico y de acuerdo al diseño curricular de educación primaria y carga horaria, se establecen los ambientes indispensables mínimos con sus respectivas características.

#### B. Tipologías de locales escolares

La tipología define la capacidad de matrícula de cada local educativo, por turno de atención. La denominación es la siguiente:

*LEP = Local de Educación Primaria*

Para la determinación será necesario considerar la zona de influencia de cada institución educativa y la población escolar a la que atiende. En función a este número, se establece la capacidad de cada local educativo.

<sup>10</sup> Fuente:

- Normas Técnicas para el diseño de locales escolares de primaria y secundaria. MINEDU. 2009.
- NTP A.010 CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO
- NTP A.040 EDUCACIÓN - RNE



*Tabla 1. Zona de influencia de la institución educativa*

Nivel Educativo	Distancia Máxima	Tiempo máximo en transporte
Primaria	1,500m	30 minutos

Fuente: Normas Técnicas para el diseño de locales escolares de primaria y secundaria. MINEDU. 2009.

En el siguiente cuadro se puede apreciar las tipologías de locales de educación primaria para el ámbito urbano y periurbano.

*Tabla 2. Tipologías de locales de educación primaria para el ámbito urbano y periurbano.*

TIPOLOGÍA	ALUM /TUR NO	GRADOS DE ATENCIÓN Y GRUPOS POR GRADO						N° DE ESPACIOS EDUCATIVOS					OBSERVACION
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	AC	AIP	SUM	LAB	CRE	
LEP – U1	210	1	1	1	1	1	1	6	1	1	-	1	Tipología mínima
LEP – U2	315	2	2	2	1	1	1	9	1	1	-	1	Tipología intermedia cargada a los tres primeros años
LEP – U3	420	2	2	2	2	2	2	9	1	1	-	1	Tipología mediana recomendable
LEP – U4	525	3	3	3	2	2	2	15	2	2	-	1	Tipología intermedia cargada a los tres primeros años
LEP – U5	630	3	3	3	3	3	3	18	2	2	-	1	Tipología máxima recomendable

Fuente: Normas Técnicas para el diseño de locales escolares de primaria y secundaria. MINEDU. 2009.

### C. Programación Arquitectónica

Según las normas, que recomiendan los ambientes indispensables y ambientes complementarios de acuerdo a la tipología de local escolar, además del tamaño del terreno que se disponga, se establece los ambientes adecuados para que se desarrolle en forma apropiada el proceso de enseñanza.



Además se deberá analizar si es que se edificara en un piso o nivel o en dos niveles.

## 2.2.6.2. Disposiciones normativas de espacios educativos

### A. Ambientes educativos

#### a. Sala de usos múltiples

- Función: Se realiza el proceso enseñanza - aprendizaje con énfasis en actividades manuales, experimentales y artísticas. Eventualmente puede realizarse actividades y reuniones de padres de familia.
- Actividad: Práctica manual
- Grupo de trabajo: 35 alumnos
- Índice de ocupación: 2m<sup>2</sup>/alumno
- Área neta: 112m<sup>2</sup>.
- Consideraciones:
  - Ubicar un punto de agua y varios puntos eléctricos
  - Área de depósito  $\leq 12.5\%$  del área neta
  - Área de apoyo  $\leq 12.5\%$  del área neta
  - Área de trabajo  $\leq 75\%$  del área neta

#### b. Centro de recursos educativos

- Función: Organiza y gestiona libros, revistas, periódicos, láminas, mapas y otros recursos o materiales educativos. Asume la responsabilidad pedagógica de desarrollar las habilidades informativas asociadas al acceso, uso, organización y manejo de información a partir de la lectura.
- Actividad: Área de lectura y trabajo.
- Grupo de trabajo: Variable por grupos.
- Área neta: 80 m<sup>2</sup> para una cantidad mayor de 150 y hasta 315 alumnos de primaria
- Consideraciones:
  - Requiere un área de depósito para guardado y entrega de materiales.
  - Área poca ruidosa, de preferencia en el primer piso.
  - Es necesario que cuente por lo menos con dos accesos dispuestos de manera que el flujo de personas no se concentre en un solo extremo. Cada vano no debe tener menos de un metro de ancho.

#### c. Aula de innovación pedagógica

- Función: Ambiente especializado donde se desarrollan actividades de aprendizaje informático.
- Actividad: Área de investigación individual o en grupo.
- Grupo de trabajo: 35 personas.
- Área neta: 85 m<sup>2</sup>
- Consideraciones:



- Se recomienda que sea anexa al centro de recursos educativos, y que cuente en forma adicional con su depósito para material informático.

**d. Tópico y Psicología**

Espacio para ser usado en eventuales situaciones que requieran un espacio para tales funciones.

**e. Servicios Higiénicos**

Es un espacio privado utilizado para las necesidades fisiológicas e higiénicas de alumnos y profesores de forma separada, además de separar estos ambientes por género, nivel educativo (primario, secundario) y para alumnos con discapacidad, esto según las normas establecidas, que presentan la siguiente tabla:

Tabla 3. Cantidad de aparatos sanitarios / alumno

NIVEL APARATOS	PRIMARIA		SECUNDARIA	
	NIÑOS	NIÑAS	NIÑOS	NIÑAS
INODOROS	1/50	1/30	1/60	1/40
LAVATORIOS	1/30	1/30	1/40	1/40
URINARIOS	1/30	-	1/40	-
BOTADERO	1	1	1	1
VESTIDORES	1/60	1/60	1/50	1/50
DUCHAS	1/120	1/120	1/100	1/100

Fuente: Normas Técnicas para el diseño de locales escolares de primaria y secundaria. MINEDU. 2009.

La distancia máxima que debe haber entre un ambiente pedagógico y un servicio higiénico es 50m.



### 2.2.6.3. Criterios de confort<sup>11</sup>

#### A. Ventilación

Para la elección del emplazamiento se debe considerar la dirección predominante de vientos y su intensidad así como las obstrucciones circundantes, ya que nos podrían dar protección de los vientos fríos, de igual manera se deberá prever que el viento no traiga consigo partículas de polvo o gases de actividades contaminantes circundantes.

Para todos los ambientes se recomienda que el tipo de ventilación sea la cruzada, es decir que el viento salga por el lado opuesto al que ingreso; se recomienda un alfeizar igual o mayor de 1.10m para que el viento no cause molestias a nivel de las superficies de trabajo y la salida por la parte más alta para asegurar la evacuación del aire caliente.

Los porcentajes recomendados para el área de los vanos, según la superficie del ambiente están dados por la siguiente tabla:

Tabla 4. Área de apertura de vanos

CLIMA	% DE ÁREA DE AMBIENTE
Costa	7% - 10%
Sierra	5% - 7%
Selva	10% - 15%

Fuente: Normas Técnicas para el diseño de locales escolares de primaria y secundaria. MINEDU. 2009.

Las hojas de las ventanas no deberán abrir a la altura de la cabeza del alumno, colocando preferentemente ventanas corredizas. Para plantas superiores se deberá instalar un sistema de protección para las ventanas.

El volumen de aire en el interior de un aula puede variar entre 3 y 6m<sup>3</sup> por alumno.

<sup>11</sup> Fuente: Criterios normativos para el diseño de locales de educación básica regular. Niveles de inicial, primaria, secundaria y básica especial. MINEDU. 2006.



Tabla 5. Altura libre interior de aulas

CLIMA	ALTURA PROMEDIO LIBRE
Costa	3.00 – 3.50 m
Sierra	2.85 – 3.00 m
Selva	3.5 – 4.00 m

Fuente: Normas Técnicas para el diseño de locales escolares de primaria y secundaria. MINEDU. 2009.

### B. Asoleamiento

El lado más ancho del volumen debe mirar hacia el Norte, N-E, N-O, con ventanas bajas hacia esos lados. De mirar a frentes cercanos al Este u Oeste, debe evitarse colocar ventanas en esas orientaciones o usar parasoles verticales.

De acuerdo al diseño, se puede recurrir a cerramientos de vanos como que protegen del asoleamiento directo como policarbonatos, vidrios arenados, etc., los cuales se pueden usar si los vanos miran hacia el este u oeste.

### C. Confort Lumínico

Ninguna ventana, tragaluz, etc. deberá encontrarse delante ni detrás de las carpetas o pantallas. Por tal motivo se recomienda disponer de estas de tal manera que la luz llegue desde arriba y/o del costado (opuesto al de la mano que se utilice según el estudiante sea diestro o no).

La superficie de un techo debe ser lo más blanca posible, con un factor de reflexión de 75%, porque entonces reflejará la luz de manera difusa, disipando la oscuridad y reduciendo los brillos de otras superficies. A ello se le añade el ahorro en iluminación artificial.

Las superficies de las paredes situadas a nivel de los ojos pueden provocar deslumbramiento. Los colores pálidos con factores de reflexión del 50 al 75% suelen ser adecuados para las paredes. Aunque las pinturas brillantes tienden a durar más tiempo que los colores mate, son más reflectantes. Por consiguiente, las paredes deberán tener un acabado mate o semibrillante.

Los acabados de los suelos deberán ser de colores ligeramente más oscuros que las paredes y los techos para evitar brillos. El factor de reflexión de los suelos debe oscilar entre el 20 y el 25%.



La iluminación natural de los ambientes interiores de las edificaciones educativas, debe ser clara, abundante y uniforme, controlando la radiación solar directa incluso luz central complementaria tratada con difusores, a fin se eviten los deslumbramientos y/o molestias, logrando una iluminación homogénea.

La iluminación natural debe ser bilateral (con ventanas a ambos lados de los ambientes interiores) y diferenciada, siendo que el mayor flujo de luz debe incidir por el lado izquierdo y sobre la superficie de la carpeta, mesa de trabajo o tablero, complementándose para mejorar las condiciones de iluminación por el muro opuesto con un aventanamiento a 2/5 al del muro de la izquierda.

Para obtener la máxima reflexión y difusión de la luz natural, el fondo de viga o dintel del aventanamiento no debe estar a más de 40cm del cielorraso.

Las superficies mínimas de acristalamiento serán:

Tabla 6. Área de iluminación natural (Acristalamiento)

CLIMA	% DE ÁREA DEL AMBIENTE
Costa	20% - 25%
Sierra	15% - 20%
Selva	25% - 30%

Fuente: Normas Técnicas para el diseño de locales escolares de primaria y secundaria. MINEDU. 2009.

El encendido y apagado de las luminarias deberán ser paralelas a la pizarra y no transversal a ésta, permitiendo así una eventual proyección de imágenes por multimedia u otros sistemas.

La iluminación sobre la pizarra será longitudinal, evitando los deslumbramientos y reflejos. Tendrá interruptor independiente.

Asegurar el apantallamiento de las lámparas (fluorescentes) que impida su visión directa por el observador.

#### D. Confort Acústico

Las edificaciones deberán zonificarse separando los sectores ruidosos de los tranquilos. Se podrán ubicar corredores, closet, depósitos y/o esclusas como amortiguadores acústicos entre ambientes interiores y espacios que producen ruidos.



Tratar los corredores y antesalas con material absorbente, considerando que en general los materiales porosos absorben mejor el sonido mientras que los compactos tienden a propagarlo.

Hay que tener en cuenta la protección acústica contra el ruido producido por la lluvia y el granizo para lo cual deben utilizarse en la cobertura materiales que absorban el sonido, o creando una cámara de aire entre cubierta y cielorraso.

En ventanas, es aconsejable reducir el área de superficie vidriada y procurar el uso de cristal grueso, o en casos extremos, doble vidrio con espacio de aire intermedio.

En las instalaciones sanitarias es recomendable empotrar o endosar las montantes de dichas instalaciones a las paredes más gruesas, y nunca a las paredes de un aula y aislarlos de ser posible con elementos acústicamente inertes como closets, armarios, pasillos.

#### **E. Confort Térmico**

Los paramentos que conforman los ambientes o superficies de cerramiento de los diferentes volúmenes de las edificaciones educativas, deberán contar con un aporte directo de energía solar, a fin de asegurar una radiación hacia el interior de los ambientes fríos consecuencia de las bajas temperaturas.

Para climas fríos, las superficies expuestas al exterior, deberán ser la menor posible, debiendo organizar las edificaciones lo más compactas posibles, sin perjuicio a una buena iluminación y ventilación.

Se deberá emplear sistemas constructivos o cerramientos simples o compuestos y materiales que aseguren un almacenamiento e intercambio térmico adecuado entre interior y exterior.

Sabiendo que para climas fríos la conductividad térmica debe ser baja, deberá considerarse para las superficies acristaladas otro aislante térmico adicional, como las cortinas, toldos, persianas de madera, pero considerando la iluminación y ventilación.

#### **2.2.6.4. Criterios de seguridad**

Las puertas de salida deberán poder ser abiertas (de adentro hacia afuera) desde el interior sin necesidad de llaves o ningún accionamiento o esfuerzo especial.

Toda apertura de salida deberá ser de tamaño suficiente para permitir la instalación de una puerta con un ancho no menor de 0.90 m. y con un alto no menor de 2.00 m.



Cuando las puertas estén instaladas estas deberán poder abrirse hasta un mínimo de 90°, cuando den a un corredor de escape se recomienda una apertura de 180°.

El ancho mínimo de la puerta de salida especificado en los párrafos anteriores, será el ancho neto del umbral resultante con la puerta instalada en la posición de abierta.

El marco estructural y de carpintería de las puertas de ingreso y salida de los ambientes deberá ser reforzado para evitar deformaciones en caso de sismos que impidan y/o obstaculicen su apertura total.

Deberá evitarse el uso de puertas corredizas y giratorias en los ingresos y salidas.

Las escaleras preferentemente han de ser de hormigón armado. Tendrán baranda en todo el desarrollo de la escalera incluyendo los descansos, debiendo estar diseñada de forma tal que impida deslizarse sobre la misma. Los escalones tendrán bordes redondeados. Debe colocarse un descanso de 1.10 m. de largo mínimo, cada 15 alzadas. Deben discontinuarse en el nivel de la planta de acceso.

Las escaleras tendrán como máximo, una longitud de tramo equivalente a 16 pasos. Todos los pasos deberán tener acabados antideslizantes. Se recomienda además cambiar la textura del solado a lo largo del borde del paso como forma adicional de señalización.

En todos los casos, las barandas deben tener altura mínima de 0.90 m. y su tercio inferior, obligatoriamente unificadas al piso y ser de material resistente al impacto.

Los techos no presentarán por ningún motivo riesgo de colapso estructural, por presentar riesgo de caída de los elementos no estructurales adosados a ellos (luminarias, ventiladores, etc.)

Todos los niveles o pisos deberán tener provisto los accesos libres de obstáculos para los casos de evacuación y asistencia del equipo de rescate.

En lo posible los anaqueles estarán fuera del área de trabajo, en un área independiente para evitar posibles accidentes.

Las pizarras deberán ser fijas de manera de evitar posibles caídas y desprendimientos.

En los pisos se recomienda usar vinílico, parquet o madera pulida, o similares en los pisos. Debe evitarse los pisos resbalosos.



Deberá existir una llave general que sea de fácil ubicación y con señalización adecuado para el corte de la electricidad en caso de sismos.

Las instalaciones eléctricas y sanitarias, en lo posible estarán empotradas en las paredes y pisos, para evitar obstrucciones en las rutas de evacuación del alumnado.

La alimentación de energía eléctrica a las computadoras ha de ser constituida por un ramal exclusivo que provenga del tablero general y que contara en éste en una llave interruptora convenientemente identificada para evitar accionamientos erróneos. Sobre este ramal alimentador no se debe conectar ningún otro servicio eléctrico, por lo que la iluminación y otros servicios de la sala han de tener alimentación eléctrica independiente.

Los tomacorrientes para el ambiente de informática han de ser de tipo polarizado con puesta a tierra.

La puesta a tierra debe ser independiente y exclusiva para el sistema de computación. La puesta a tierra debe tener una resistencia menor que 5 ohmios y debe contar con caja de inspección para realizar tareas de mantenimiento.

Las estructuras y equipos especiales deberán ser claramente identificados mediante señalética o en todo caso ubicados con facilidad por el personal responsable de los planes de contingencia y/o autoprotección en caso de desastres, entre los cuales se consideran: extintores de fuego, válvulas de agua, interruptor maestro de energía eléctrica, almacenes de productos químicos y líneas de gas en los laboratorios, materiales peligrosos guardados por custodios o jardineros, equipamiento, transmisores, equipo portable y de batería, equipos de primeros auxilios, tendido eléctrico, alcantarillado, llaves y mangueras de agua.

Los extintores estarán dispuestos en las rutas de las vías de escape.

## 2.2.7. PROYECTO ESTRUCTURAL<sup>12</sup>

### 2.2.7.1. Generalidades

Una estructura es un sistema cuya función es transmitir fuerzas (cargas) desde sus puntos de aplicación al suelo. Las fuerzas (cargas) producen en el material de la estructura:

- Deformaciones que se manifiestan en distorsiones de la forma original
- Esfuerzos internos

---

<sup>12</sup> Fuente: Criterios normativos para el diseño de locales de educación básica regular. Niveles de inicial, primaria, secundaria y básica especial. MINEDU. 2006.



El objetivo del análisis estructural es el estudio del comportamiento o respuesta de la estructura frente a determinadas solicitaciones o acciones externas. El análisis estructural no es un fin, es un medio o herramienta. El fin es el diseño Estructural.

El objetivo del diseño estructural es lograr una estructura segura, funcional y económica para satisfacer una necesidad o función específica. Por seguridad se entiende la capacidad resistente de la estructura para servir sin fallas estructurales durante su vida útil.

#### 2.2.7.2. Estructuración<sup>13</sup>

La estructuración que debería prevalecer, es aquella que satisfaciendo las premisas fundamentales (seguridad, funcionalidad, durabilidad) tenga el menor costo. La etapa de la concepción comprende:

- Determinación de la forma general
- Selección del material predominante
- Selección del tipo estructural y estructuración preliminar
- Selección del sistema constructivo

#### 2.2.7.3. Predimensionamiento de elementos estructurales<sup>14</sup>

Son criterios y recomendaciones prácticas para edificaciones usuales y regulares donde las cargas vivas no sean excesivas y teniendo en cuenta las condiciones sísmicas de nuestro país.

##### A. Losas aligeradas

$$h \geq \frac{Ln}{25} \quad (\text{Ec. 33})$$

Siendo:

$Ln$  = luz libre entre apoyos

O también siguiendo los siguientes criterios:

$h = 17 \text{ cm}$ , para luces menores de  $4 \text{ m}$

$h = 20 \text{ cm}$ , para luces comprendidas entre  $4$  y  $5.5 \text{ m}$

$h = 25 \text{ cm}$ , para luces comprendidas entre  $5$  y  $6.5 \text{ m}$

$h = 30 \text{ cm}$ , para luces comprendidas entre  $6$  y  $7.5 \text{ m}$

##### B. Vigas

El peralte debe estar del orden de:

---

<sup>13</sup> Fuente: Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado. Antonio Blanco Blasco.

<sup>14</sup> Fuente:

- Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado. Primera Edición. Antonio Blanco Blasco.
- Diseño en Concreto Armado. Quinta Edición. Roberto Morales Morales



$$Ln/10 \text{ a } Ln/12 \quad (\text{Ec. 34})$$

El ancho usual debe estar entre 0.3 a 0.5 del peralte, o también usando:

$$b = \frac{(Ln_1 + Ln_2)/2}{20} \quad (\text{Ec. 35})$$

Dónde:

$Ln_1, Ln_2$  = luz libre entre apoyos, en  $m$

### C. Escaleras

El espesor de la losa de una escalera se predimensionará según:

$$t = \frac{Ln}{20} \text{ ó } \frac{Ln}{25} \quad (\text{Ec. 36})$$

### D. Columnas

Para valores pequeños de la excentricidad  $e/h \leq 0.15$  que corresponde a cargas axiales grandes y momentos flectores bajos, se puede usar la siguiente ecuación:

$$A_g = \frac{1.1P_u}{0.45(f'_c + \rho f_y)} \quad (\text{Ec. 37})$$

Dónde:

$P_u$  = carga axial último

$f'_c$  = resistencia en compresión del concreto

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero

$\rho$  = cuantía de acero

Si tenemos en cuenta aspectos como excentricidad o efecto de cargas sísmicas, se usa la siguiente fórmula:

$$b \times D = \frac{P}{nf'_c} \quad (\text{Ec. 38})$$

Dónde:

$D$  = dimensión de la sección en la dirección del análisis sísmico de la columna.

$b$  = la otra dimensión de la sección de la columna.

$P$  = carga total que soporta la columna

$f'_c$  = resistencia en compresión del concreto



*Tabla 7. Parámetros para predimensionamiento de columnas*

Tipo columna		Valores
TIPO C1 (Para los primeros pisos)	Columna interior n < 3 pisos	P = 1.10 PG n = 0.30
TIPO C1 (Para los últimos cuatro pisos)	Columna interior n > 4 pisos	P = 1.10 PG n = 0.25
TIPO C2;C3	Columna externa de pórticos interiores	P = 1.25 PG n = 0.25
TIPO C4	Columna en esquina	P = 1.50 PG n = 0.20
PG = Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna		

Fuente: Diseño de Estructuras Aporticadas de Concreto Armado. Genaro Delgado Contreras. 2006

### E. Zapatas

El área de la zapata se predimensiona de la siguiente forma:

$$Az = A \times B = \frac{P+P_p}{\sigma_t} \quad (\text{Ec. 39})$$

$A, B$  = lados de la zapata

$P$  = carga de servicio

$P_p$  = peso propio de la zapata

$\sigma_t$  = esfuerzo del terreno

*Tabla 8. Peso propio estimado de zapatas*

$\sigma_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$P_p$ en % de $P$
4	4%
3	6%
2	8%
1	10%

Fuente: Diseño de Estructuras Aporticadas de Concreto Armado. Genaro Delgado Contreras. 2006

### F. Vigas de cimentación

Para el peralte se tiene la siguiente fórmula:



$$h = \frac{L}{7} \quad (\text{Ec. 40})$$

y para el ancho:

$$b = \frac{P}{31 \times L} \geq \frac{h}{2} \quad (\text{Ec. 41})$$

#### 2.2.7.4. Medrado de cargas<sup>15</sup>

##### A. Tipos de cargas

###### a. Cargas estáticas

- **Carga muerta o permanente**

Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su propio peso, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo.

- **Carga viva o sobrecarga**

Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos móviles soportados por la edificación.

###### b. Cargas dinámicas<sup>16</sup>

- **Generalidades**

Las expresiones matemáticas que gobiernan la respuesta dinámica de las estructuras se conocen con el nombre de ecuaciones de movimiento. Dichas ecuaciones se obtienen aplicando cualquiera de los principios de la mecánica clásica, como por ejemplo, el principio de D'Alembert, el de los trabajos virtuales, o el de Hamilton. En el caso de los edificios, los modelos dinámicos más usuales son el de edificio de cortante y el pórtico tridimensional.

- **Edificios de cortante**

El modelo más sencillo con varios grados de libertad que se puede utilizar para describir el comportamiento dinámico de una estructura es el de edificio de cortante. Dicho modelo se representa esquemáticamente en la figura siguiente está basado en la hipótesis de que el edificio es simétrico, los forjados son infinitamente rígidos, los pilares no sufren deformación por axial y, en consecuencia, los únicos movimientos de los nudos son los horizontales.

El modelo de la Figura (a) está sometido a una aceleración horizontal  $a(t)$  de origen sísmico. A la velocidad y al desplazamiento del movimiento sísmico del terreno se les

<sup>15</sup> Fuente: Análisis de Edificios. Primera Edición. Ángel San Bartolomé.

<sup>16</sup> Fuente: Diseño Sismorresistente de estructuras. Primera Edición. Luis Bozzo Rotondo, Horia Alejandro Barbat.



denomina  $v(t)$  y  $d(t)$ , respectivamente. Las ecuaciones del movimiento pueden deducirse estableciendo el equilibrio dinámico de cada masa, de acuerdo con el principio de D'Alembert. Aislando la masa  $m_r$  e introduciendo todas las fuerzas correspondientes, incluidas las de inercia, se obtiene el esquema de la Figura (b). Expresando el equilibrio dinámico de la masa  $m_r$ , en un sistema de referencia no inercial, con el origen en la posición inicial del edificio, se obtiene:

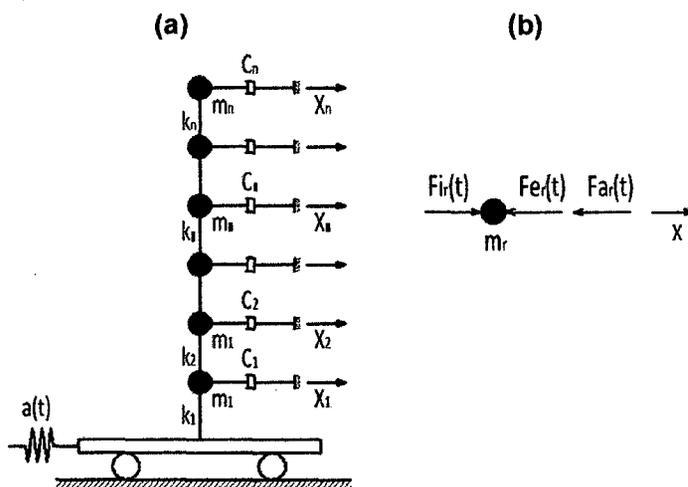


Fig. 2. Modelo de edificio de cortante

Donde  $F_{in}$ ,  $F_{el}$ ,  $F_{ar}$  son las fuerzas de inercia, elásticas y de amortiguamiento, respectivamente, correspondientes al grado de libertad “r”. El modelo dinámico completo está en equilibrio si lo están todas y cada una de sus masas. Escribiendo una ecuación de equilibrio para cada una de las masas, se obtiene un sistema de ecuaciones de equilibrio que se escribe en la siguiente forma matricial.

$$F_i(t) - F_e(t) - F_a(t) = 0 \quad (\text{Ec. 42})$$

Los vectores de las fuerzas elásticas,  $F_e(t)$ , de inercia,  $F_i(t)$ , y de amortiguamiento,  $F_a(t)$  se definen mediante las siguientes expresiones:

$$F_e(t) = kx(t) \quad (\text{Ec. 43})$$

$$F_i(t) = -M[\ddot{X}(t) + \{1\}a(t)] \quad (\text{Ec. 44})$$

$$F_a(t) = C\dot{X}(t) \quad (\text{Ec. 45})$$

Donde X es el vector de desplazamientos respecto a la base del edificio de cortante, {1} es el vector formado por unos y “K” es la matriz de rigidez.



La matriz de masa "M" es diagonal para modelos de cortante y la matriz de amortiguamiento "C" se considera, en una primera aproximación, proporcional a la de masa, a la de rigidez, o una combinación lineal de las dos. Reemplazando las ecuaciones, se obtienen las ecuaciones de movimiento del modelo.

$$M\ddot{X}(t) + C\dot{X}(t) + KX(t) = M\{1\}a(t) \quad (\text{Ec. 46})$$

Uno de los métodos usados y de más fácil aplicación para obtener la solución de la ecuación diferencial de movimientos es el método de superposición modal para lo cual se hará uso del espectro de respuesta el cual se encuentra descrito en la norma peruana de diseño sismorresistente.

#### 2.2.7.5. Análisis Estructural<sup>17</sup>

##### A. Métodos empleados para el análisis estructural

Con la finalidad de resolver sistemas estructurales hiperestáticos, existen varios métodos, pero el más usado es el Método de Rigidez, el cual es un procedimiento organizado que sirve para resolver estructuras elásticas y no linealmente elásticas es el más usado.

En la actualidad con el desarrollo de la computación se han desarrollado innumerables programas de computadora basados en el método general de rigidez, pero los más usados son el SAP2000 y el ETABS.

Estos programas permiten analizar el modelo idealizado de la estructura; a través de una interface gráfica, y posteriormente el respectivo análisis tridimensional, realizando la debida combinación de cargas según las diversas solicitaciones estipuladas en la norma peruana de concreto armado, lo cual nos permite obtener los esfuerzos últimos de diseño de cada elemento.

##### B. Análisis Estructural por cargas verticales

###### a. Análisis por cargas permanentes o "muertas"

El análisis se realiza en base a este tipo de cargas anteriormente definidas. Los pesos de los materiales necesarios para la estimación de cargas muertas se encuentran en la norma peruana de cargas (E.020).

---

<sup>17</sup> Fuente: Análisis de Edificios. Primera Edición. Ángel San Bartolomé.



#### **b. Análisis por Sobrecargas o Cargas "vivas"**

El análisis se realiza en base a las cargas de servicio o sobrecargas estipuladas en la norma peruana de cargas (E.020)

#### **C. Análisis Estructural por cargas dinámicas**

El análisis dinámico de las edificaciones podrá realizarse mediante procedimientos de superposición espectral o por medio de análisis tiempo historia, según lo estipulado en la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030).

Para el tipo de edificaciones llamadas convencionales podrá usarse el procedimiento de superposición espectral; para edificaciones especiales deberá usarse un análisis tiempo – historia.

Actualmente la norma de diseño sismorresistente exige analizar cada dirección con el 100% del sismo actuando en forma independiente.

#### **Superposición espectral**

Son modelos que permiten comprender de manera simplista el comportamiento de las estructuras.

Debido a la dificultad para resolver problemas estructurales considerados como medios continuos, es decir a tener que dar la respuesta de un sistema estructural cualesquiera en una infinidad de puntos se convierte en un problema complejo o complicado.

Este imposible se facilita solo si calculamos la respuesta en unos cuantos puntos a través de la discretización de las masas concentradas y demás acciones de puntos determinados.

#### **Espectro de diseño**

Según la norma peruana de diseño sismorresistente, considerando el criterio de superposición espectral y la combinación cuadrática de valores (CQC), como método elegido; utilizándose los siguientes parámetros:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g \quad (\text{Ec. 47})$$

Dónde:

$Z$  = factor de zona

$U$  = factor de uso e importancia

$C$  = factor de ampliación sísmica

$S$  = factor de suelo

$R$  = coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas

$g$  = aceleración de la gravedad



### 2.2.7.6. Diseño Estructural

#### A. Diseño de vigas, columnas y muros de concreto

El diseño estructural de estos elementos se ha efectuado con la ayuda de programas especializados que nos brindan valores confiables.

#### B. Diseño por fuerza cortante<sup>18</sup>

En primer lugar tenemos que afirmar que el concreto no falla por corte sino por los esfuerzos de tracción diagonal originados por las cargas externas. El refuerzo por corte empieza a trabajar cuando se produce la fisura diagonal. Los estribos no impiden el agrietamiento diagonal, ellos empiezan a tener un papel importante una vez que aparecen las fisuras diagonales.

Cuando los esfuerzos principales de tracción sobrepasan la resistencia del concreto, se generan grietas aproximadamente perpendiculares a las trayectorias de los esfuerzos principales de tracción. Lejos de la zona central de la viga, las grietas se inician en la parte inferior y progresan hacia arriba cambiando su dirección a medida que el esfuerzo cortante aumenta. En las zonas cercanas al eje neutro las grietas forman un ángulo aproximadamente de 45°.

La resistencia al cortante, está dado por:

$$V_{externo} = V_n = V_c + V_s \quad (\text{Ec. 48})$$

La resistencia al corte suministrada por el concreto ( $V_c$ ) viene dado por:

- Para elementos en flexión (vigas):

$$V_c = 0.17\sqrt{f'_c}b_wd \quad (\text{SI})$$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}b_wd \quad (\text{MKS}) \quad (\text{Ec. 49})$$

- Para elementos en compresión (columnas):

$$V_c = 0.17\sqrt{f'_c} \left(1 + \frac{N_u}{14A_g}\right) b_wd \quad (\text{SI})$$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} \left(1 + \frac{N_u}{140A_g}\right) b_wd \quad (\text{MKS}) \quad (\text{Ec. 50})$$

<sup>18</sup> Fuente: Concreto Armado. Primera Edición. Gianfranco Ottazzi Pasino.



Donde  $N_u$  es la carga axial en  $kgf$  que debe considerarse positiva por ser de compresión y  $A_g$  es el área bruta de la sección transversal del elemento en  $cm^2$ .

Las expresiones del diseño por resistencia que se utilizan para estimar el cortante en una sección de un elemento, son las siguientes:

$$V_u \leq \phi V_n \quad (\text{Ec. 51})$$

$$V_n = V_c + V_s \quad (\text{Ec. 52})$$

$$V_u \leq \phi(V_c + V_s) \quad (\text{Ec. 53})$$

$$V_u = \phi(V_c + V_s), \quad (\text{Ec. 54})$$

usada normalmente en el diseño

Dónde:

$V_n$  = fuerza cortante nominal

$V_c$  = fuerza cortante que aporta el concreto

$V_s$  = fuerza cortante que aporta el acero de refuerzo

Cuando el concreto no puede soportar la fuerza cortante aplicada, se coloca refuerzo en el alma en la forma de estribos cerrados o abiertos.

De la última expresión se despeja:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad (\text{Ec. 55})$$

La fuerza total en estribos perpendiculares al eje del elemento se calcula según:

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s} \quad (\text{Ec. 56})$$

En la Ec. 56,  $s$  es el espaciamiento entre estribos y  $A_v$  es el área total de cada estribo que cruza la grieta. La norma limita la contribución máxima de los estribos a la resistencia en corte de una sección, de acuerdo a:

$$V_s \leq 2.1 \sqrt{f'_c} b_w d \quad (\text{Ec. 57})$$

Para calcular el espaciamiento de estribos perpendiculares al eje del elemento tenemos de la Ec. 56:

$$s = \frac{A_v f_y d}{V_s} \quad (\text{Ec. 58})$$

Adicionalmente la norma exige, para los estribos verticales, que:



$$\text{Si } V_s \leq 0.33\sqrt{f'_c}b_wd, \text{ entonces } s \leq 0.60m \text{ ó } s \leq d/2 \quad (\text{SI})$$

$$\text{Si } V_s > 0.33\sqrt{f'_c}b_wd, \text{ entonces } s \leq 0.30m \text{ ó } s \leq d/4 \quad (\text{SI})$$

$$\text{Si } V_s \leq 1.1\sqrt{f'_c}b_wd, \text{ entonces } s \leq 0.60m \text{ ó } s \leq d/2 \quad (\text{MKS})(\text{Ec.59})$$

$$\text{Si } V_s > 1.1\sqrt{f'_c}b_wd, \text{ entonces } s \leq 0.30m \text{ ó } s \leq d/4(\text{MKS})(\text{Ec.60})$$

Los estribos mínimos se colocarán si  $0.5\phi V_c \leq V_u \leq \phi V_c$  de acuerdo al mayor de los dos siguientes valores:

$$A_v \min = \frac{0.062\sqrt{f'_c}b_ws}{f_y} \quad S_{max} = \frac{A_v f_y}{0.062\sqrt{f'_c}b_w} \quad (\text{SI})$$

$$A_v \min = \frac{0.35b_ws}{f_y} \quad S_{max} = \frac{A_v f_y}{0.35b_w} \quad (\text{SI})$$

$$A_v \min = \frac{0.2\sqrt{f'_c}b_ws}{f_y} \quad S_{max} = \frac{A_v f_y}{0.2\sqrt{f'_c}b_w} \quad (\text{MKS}) \quad (\text{Ec. 61})$$

$$A_v \min = \frac{3.5b_ws}{f_y} \quad S_{max} = \frac{A_v f_y}{3.5b_w} \quad (\text{MKS}) \quad (\text{Ec. 62})$$

Para aligerados o losas macizas en una dirección, normalmente, no se usa refuerzo por corte o estribos, el concreto debe soportar el íntegro de la fuerza cortante. En aligerados es posible utilizar ensanches corridos o alternados cuando la resistencia requerida excede a  $\phi V_c$ .

### C. Diseño de losas aligeradas<sup>19</sup>

Las losas nervadas se definen como una combinación monolítica de nervios o viguetas espaciadas regularmente en una o dos direcciones perpendiculares, y de una losa en la parte superior, que conjuntamente funcionan como una viga T.

En la zona de momento negativo la vigueta trabaja como una viga rectangular, la compresión en el concreto estará contenida íntegramente en el alma. En el raro caso que el bloque de compresiones ingrese al ala, significará que la sección es insuficiente para las cargas y luces a cubrir. En la zona de momento positivo, en la mayoría de casos (por no decir en todos los casos), la vigueta también trabaja como rectangular.

Para la cuantía balanceada vamos a suponer que el bloque de compresiones en la falla balanceada es mayor que el espesor del

<sup>19</sup> Fuente: Concreto Armado. Primera Edición. Gianfranco Ottazzi Pasino.



ala, entonces el área de acero en la falla balanceada, estará dado por:

$$A_{sb}^T = 0.85f'_c[(bf - bw)hf + a_b bw] \quad (\text{Ec. 63})$$

Dónde:

$$a_b = \beta_1 \left( \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_y} \right) d \quad (\text{Ec. 64})$$

El área de acero máximo de la norma para garantizar una falla subreforzada es:

$$A_s \text{ max} = 0.75A_{sb}^T \quad (\text{Ec. 65})$$

Para el área de acero mínimo la norma establece que el área de acero que se proporcione será la necesaria para que la resistencia de diseño de la sección sea por lo menos 1.2 veces el momento de agrietamiento de la sección bruta  $M_{cr}$ :

$$\phi Mn \geq 1.2M_{cr} \quad (\text{Ec. 66})$$

Dónde:

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{Y_t} \quad (\text{Ec. 67})$$

$$f_r = 0.62\sqrt{f'_c} \quad (\text{SI})$$

$$f_r = 2\sqrt{f'_c} \quad (\text{MKS}) \quad (\text{Ec. 68})$$

Para el diseño del refuerzo se supondrá que trabajan como secciones rectangulares con cargo a comprobación, según:

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2|M_u|}{\phi 0.85f'_c b}} \quad (\text{Ec. 69})$$

$$A_s = \frac{|M_u|}{\phi f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)} \quad (\text{Ec. 70})$$

De no comprobarse se diseñará como una viga T.

En la losa superior, perpendicularmente a la armadura principal, debe colocarse, sin excepciones y como mínimo, la armadura de retracción y temperatura.



#### D. Diseño de zapatas aisladas<sup>20</sup>

Las zapatas aisladas son el tipo de cimentación superficial más económico que se utiliza en estructuras aporticadas.

Para zapatas cargadas concéntricamente, el área requerida se determina a partir de:

$$A_z = \frac{D+L}{q_{adm}} \quad (\text{Ec. 71})$$

Se observa que las dimensiones de las zapatas se determinan para cargas de servicio sin amplificar.

Las cargas  $D$  y  $L$  se calculan a nivel de la base de la zapata, es decir, en el plano de contacto entre zapata y suelo. Esto significa que deben incluirse el peso de la zapata y la sobrecarga (relleno y la posible presión de fluidos sobre la zapata).

Una zapata se considera cargada excéntricamente si la columna soportada no es concéntrica con el área de la zapata o si la columna transmite, en su unión con la zapata, no solo una carga vertical sino también un momento flector.

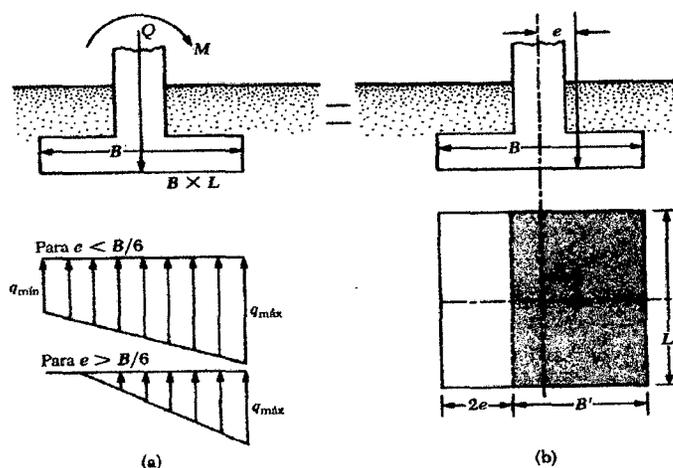


Fig. 3. Zapata cargada excéntricamente.

En tales casos, la distribución de presión en el suelo debido a la cimentación no es uniforme. La distribución de la presión es:

$$q_{max} = \frac{Q}{BL} + \frac{6M}{B^2L} \quad (\text{Ec. 72})$$

Y

$$q_{min} = \frac{Q}{BL} - \frac{6M}{B^2L} \quad (\text{Ec. 73})$$

<sup>20</sup> Fuente:

- Diseño en Concreto Armado. Quinta Edición. Roberto Morales Morales.
- Diseño de Estructuras de Concreto. Duodécima Edición. Arthur H. Nilson.



La figura 2b muestra un sistema equivalente al mostrado en la figura 2a. La distancia

$$e = \frac{M}{Q} \quad (\text{Ec. 74})$$

Es la excentricidad. Sustituyendo en la ecuación 72 nos da:

$$q_{max} = \frac{Q}{BL} \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \quad (\text{Ec. 75})$$

Y

$$q_{min} = \frac{Q}{BL} \left(1 - \frac{6e}{B}\right) \quad (\text{Ec. 76})$$

En zapatas aisladas, la altura efectiva  $d$  es regulada principalmente por cortante; por lo general no es económico usar refuerzo a cortante en zapatas, por tal razón esta acción es tomada íntegramente por el concreto.

En zapatas se distinguen dos tipos diferentes de resistencia a cortante, cortante en dos direcciones o por punzonamiento o cortante en una dirección o por acción de viga. Si la falla por cortante ocurre la fractura adopta la forma de la pirámide truncada, mostrada en la figura 3 a unos  $45^\circ$  aproximadamente. El esfuerzo cortante promedio en el concreto que falla de esta manera puede tomarse equivalente al que actúa en planos verticales a través de la zapata y alrededor de la columna sobre un perímetro a una distancia  $d/2$  desde las caras de la columna. El cortante de punzonamiento actuante es:

$$V_u = P_u - W_{nu} \times m \times m \quad (\text{Ec. 77})$$

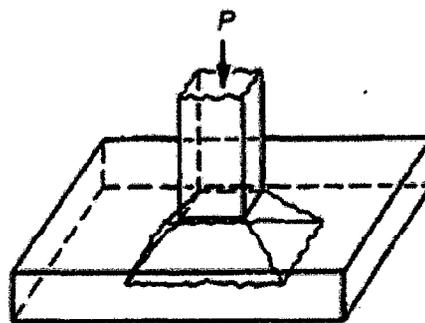


Fig. 4. Falla por punzonamiento

Donde  $W_{nu}$  es:

$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_z} \quad (\text{Ec. 78})$$

La resistencia al cortante por punzonamiento es igual a la menor determinada a partir de las siguientes expresiones:



$$\phi V_c = \phi 0.17 \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d \quad (\text{SI})$$

$$\phi V_c = \phi 0.33 \sqrt{f'_c} b_o d \quad (\text{SI})$$

$$\phi V_c = \phi 0.083 \left( 2 + \frac{\alpha_s d}{b_o} \right) \sqrt{f'_c} b_o d \quad (\text{SI})$$

$$\phi V_c = \phi 0.53 \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d \quad (\text{MKS}) \quad (\text{Ec. 79})$$

$$\phi V_c = \phi 1.06 \sqrt{f'_c} b_o d \quad (\text{MKS}) \quad (\text{Ec. 80})$$

$$\phi V_c = \phi 0.27 \left( 2 + \frac{\alpha_s d}{b_o} \right) \sqrt{f'_c} b_o d \quad (\text{MKS}) \quad (\text{Ec. 81})$$

Dónde:

$b_o$  = perímetro de la sección crítica

$\alpha_s$  = parámetro igual a 40 para aquellas columnas en que la sección crítica de punzonamiento tiene 4 lados, 30 para las que tienen tres lados y 20 para las que tienen dos lados.

$\beta_c$  = relación entre los lados largo y corto de la sección transversal de la columna

Finalmente en la zapata se debe de verificar la capacidad portante como viga a una distancia  $d$  de la cara de la columna de apoyo. El peralte mínimo de la zapata por encima del refuerzo de flexión será de 15cm.

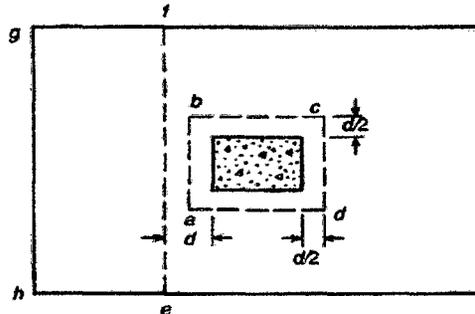


Fig. 5. Verificación de zapata como viga

Además a esto, debe hacerse una verificación de cortante, para un comportamiento como una viga antes de hacer el diseño por flexión y comprobar la transferencia de fuerzas en la interface columna cimentación por resistencia al aplastamiento en la base de la columna y en la cimentación con las siguientes expresiones respectivamente:

$$P_{nb} = 0.85 f'_c A_1 > P_n \quad (\text{Ec. 82})$$

$$P_{nb} = 0.85 f'_c A_0 \quad (\text{Ec. 83})$$



Dónde:

$$A_0 = \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} A_1 \leq 2A_1 \quad (\text{Ec. 84})$$

Donde  $A_2$  es el área máxima de la superficie de apoyo que es geoméricamente similar con el área cargada  $A_1$

#### E. Diseño de cimientos corridos

Se considerará un metro lineal de muro y para el cálculo se determina primero la carga que soporta el cimiento, incluso su peso propio.

Para esto se estima el peso propio en un 10% de la carga total, según recomendaciones, entonces:

$$B = \frac{1.1P}{100q_t} \quad (\text{Ec. 85})$$

Dónde:

$P$  = carga de servicio

$B$  = ancho del cimiento corrido

$q_t$  = esfuerzo del terreno

#### F. Diseño de muros de albañilería no portantes<sup>21</sup>

##### a. Dimensionamiento de muros

Muro diseñado y construido en forma tal que solo lleva cargas provenientes de su peso propio. Se clasifican en: parapetos tabiques y cercos.

Los muros no portantes podrán ser de unidades de albañilería sólidas, huecas o tubulares.

Las cimentaciones de cercos serán diseñadas por métodos racionales de cálculo.

Están exonerados de las exigencias de arriostamiento los parapetos menores de un metro de altura, que estén retirados del plano exterior d fachadas y/o patios interiores una distancia no menor de una vez y media su altura. El espesor efectivo mínimo se calculará mediante la siguiente expresión:

$$t = U s m a^2 \quad (\text{Ec. 86})$$

Dónde:

$U$  = Coeficiente de uso del reglamento sísmico

$s$  = coeficiente sísmico

$m$  = coeficiente dado en la Tabla 10

<sup>21</sup> Fuente: Análisis y diseño de edificaciones de Albañilería. Segunda Edición. Flavio Abanto Castillo.



$a$  = dimensión crítica en metros, indicada en el cuadro 2 (altura de muro)

$b$  = la otra dimensión del muro (longitud del muro)

*Tabla 9. Valores de “s” para el cálculo del espesor del tabique*

Para morteros con cal			
Tipo	Zona Sísmica		
	1	2	3
Tabiques	0.28	0.20	0.09
Cercos	0.20	0.14	0.06
Parapetos	0.81	0.54	0.24

Nota: En el caso de emplearse morteros sin cal, los valores de “s” de la tabla anterior se multiplicarán por 1.33

Fuente: NTP E.070

*Tabla 10. Valores del coeficiente de momentos “m” y dimensión crítica “a”*

Caso 1. Muro con cuatro bordes arriostrados									
$a$ = Menor Dimensión									
b/a =	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	3	∞	
m =	0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.118	0.125	
Caso 2. Muro con tres bordes arriostrados									
b/a =	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.5	2	∞
	0.060	0.074	0.087	0.097	0.106	0.112	0.128	0.123	0.133
Caso 3. Muro arriostrado sólo en sus bordes horizontales									
a =	Altura del muro								
m =	0.125								
Caso 4. Muro en voladizo									
a =	Altura del muro								
m =	0.5								

Fuente: NTP E.070



## b. Columnas de arriostre

- Fuerzas actuantes sobre la columna:

$$W = F_m + F_c \quad (\text{Ec. 87})$$

- Fuerza en el muro:

$$F_m = s\gamma_m L t \quad (\text{Ec. 88})$$

Dónde:

$s$  = coeficiente sísmico

$\gamma_m$  = peso específico del muro

$L$  = longitud del muro

$t$  = espesor del muro

- Fuerza en la columna

$$F_c = s\gamma_c a b \quad (\text{Ec. 89})$$

Dónde:

$s$  = coeficiente sísmico

$\gamma_c$  = peso específico del muro

$a, b$  = lados de la columna

- Momento actuante

$$M_a = \frac{W h^2}{2} - F_m \frac{L^2}{24} \quad (\text{Ec. 90})$$

Dónde:

$W$  = fuerza actuante en la columna

$h$  = altura del muro

$F_m$  = fuerza en el muro

$L$  = longitud del muro

- Momento de diseño

$$M_d = 0.75 M_a \quad (\text{Ec. 91})$$

- Áreas de acero

$$A_s = \frac{M_d}{f_s j d} \quad (\text{Ec. 92})$$

Dónde:

$f_s$  = fatiga de trabajo

$j$  = relación entre la distancia de la resultante de los esfuerzos de compresión al centro de gravedad de los esfuerzos de tensión

$d$  = peralte efectivo



### c. Vigas de arriostre

#### ▪ Carga del muro

Se utilizará el método de la carga equivalente del ACI

$$W_{eq} = \frac{Wh}{3} \left( \frac{3-m^2}{2} \right) \quad (\text{Ec. 93})$$

Dónde:

$$W = s\gamma_m t \quad (\text{Ec. 94})$$

$w$  = carga uniformemente repartida

$s$  = coeficiente sísmico

$\gamma_m$  = peso específico del muro

$L$  = longitud del muro

$t$  = espesor del muro

$h$  = longitud del lado menor del muro

$$m = \frac{\text{longitud del lado menor}}{\text{Longitud del lado mayor}} \quad (\text{Ec. 95})$$

#### ▪ Peso propio de la viga

$$W_v = sab\gamma_c \quad (\text{Ec. 96})$$

Dónde:

$s$  = coeficiente sísmico

$\gamma_c$  = peso específico del muro

$a, b$  = lados de la viga

#### ▪ Carga total

$$W_t = W_{eq} + W_v \quad (\text{Ec. 97})$$

#### ▪ Momento máximo actuante

$$M_a = \frac{W_t L^2}{12} \quad (\text{Ec. 98})$$

Dónde:

$W_t$  = fuerza actuante en la columna

$L$  = longitud del muro

#### ▪ Momento de diseño

$$M_d = 0.75M_a \quad (\text{Ec. 99})$$

#### ▪ Áreas de acero

$$A_s = \frac{M_d}{f_s j d} \quad (\text{Ec. 100})$$

Dónde:



$f_s$  = fatiga de trabajo

$j$  = relación entre la distancia de la resultante de los esfuerzos de compresión al centro de gravedad de los esfuerzos de tensión

$d$  = peralte efectivo

#### d. Cimentación de cercos

##### ▪ Empujes:

- Empuje activo

$$E_a = \frac{1}{2} K_a \gamma_s H^2 B \quad (\text{Ec. 101})$$

Dónde:

$$K_a = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad (\text{Ec. 102})$$

$K_a$  = Coeficiente de resistencia activa

$\phi$  = ángulo de fricción

$\gamma_c$  = peso específico del concreto

$H$  = altura de cimiento y el sobrecimiento

$B$  = ancho del cimiento

- Empuje pasivo

$$E_p = \frac{1}{2} K_p \gamma_s H^2 B \quad (\text{Ec. 103})$$

Dónde:

$$K_p = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \quad (\text{Ec. 104})$$

$K_p$  = Coeficiente de resistencia pasiva

$\phi$  = ángulo de fricción

$\gamma_s$  = peso específico del suelo

$H$  = altura de cimiento y el sobrecimiento

$B$  = ancho del cimiento

##### ▪ Peso total

$$P_t = P_m + P_{s/c} + P_c + P_s \quad (\text{Ec. 105})$$

Dónde:

$P_m$  = peso del muro

$P_{s/c}$  = peso del sobrecimiento

$P_c$  = peso del cimiento

$P_s$  = peso del suelo

##### ▪ Fuerza resistente

$$H_r = f P_t + E_p \quad (\text{Ec. 106})$$



Dónde:

$f$  = coeficiente de fricción

$P_t$  = carga total

$E_p$  = empuje pasivo

▪ **Fuerza actuante**

$$H_a = sP_t + E_a \quad (\text{Ec. 107})$$

Dónde:

$s$  = coeficiente sísmico

$P_t$  = carga total

$E_a$  = empuje activo

▪ **Factor de seguridad al deslizamiento**

$$FSD = \frac{H_r}{H_a} \geq 1.5 \quad (\text{Ec. 108})$$

▪ **Momento de volteo actuante  $M_a$**

$$M_a = \Sigma(H_i d_i) + E_a d_i \quad (\text{Ec. 109})$$

$$H_i = sP_i \quad (\text{Ec. 110})$$

Dónde:

$H_i$  = fuerza actuante de cada elemento de muro

$d_i$  = distancia donde actúa la fuerza de cada elemento desde la base del cimiento

$E_a$  = empuje activo

$s$  = coeficiente sísmico

$P_i$  = pesos de cada elemento del muro

▪ **Momento resistente  $M_r$**

$$M_r = P_t \left( \frac{a}{2} \right) + E_p \left( \frac{H}{3} \right) \quad (\text{Ec. 111})$$

Dónde:

$P_t$  = peso total

$a$  = ancho del sobrecimiento

$E_p$  = empuje pasivo

$H$  = altura del cimiento y el sobrecimiento

▪ **Factor de seguridad al volteo**

$$FSV = \frac{M_r}{M_a} \geq 1.75 \quad (\text{Ec. 112})$$



▪ **Esfuerzo sobre el terreno**

$$\sigma_{1-2} = \frac{P_t}{A} \pm \frac{6P_t e}{ba^2} < \sigma_t \quad (\text{Ec. 113})$$

$$e = \frac{M_r - M_a}{P_t} - \frac{a}{2} \quad (\text{Ec. 114})$$

Dónde:

$\sigma_{1-2}$  = esfuerzos producidos sobre el terreno

$\sigma_t$  = esfuerzos del terreno

$P_t$  = peso total

$A$  = Área del cimiento

$b$  = longitud por metro lineal

$a$  = ancho del cimiento

$e$  = excentricidad

## 2.2.8. PROYECTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS<sup>22</sup>

### 2.2.8.1. Alumbrado Eléctrico para Edificios

La iluminación artificial se instala con el objeto primordial de facilitar la visión, pero también puede servir para propósitos arquitectónicos. Con la instalación del sistema de alumbrado eléctrico, la iluminación de los locales no se limita a las aberturas de ventanas y tragaluces, ni a las variaciones de la luz solar.

### 2.2.8.2. Partes componentes de un proyecto

Las partes de las que consta el desarrollo del diseño del proyecto de instalaciones eléctricas, son:

#### A. Alumbrado, Tomacorrientes y Fuerza para otros usos

- Ubicación de los centros de luz
- Ubicación de tomacorrientes
- Ubicación de otras salidas especiales para artefactos electromecánicos
- Ubicación del tablero general y/o tablero de distribución
- Ubicación del medidor de energía eléctrica
- Unión o interconexión entre el medidor de energía eléctrica y el tablero general de distribución
- Cierre de circuitos de alumbrado, tomacorrientes y otros
- Cálculo para indicar:
  - La sección del conductor alimentador entre el medidor de energía y el tablero general o tablero de distribución
  - La potencia instalada (P.I.) y la demanda máxima (D.M.)

<sup>22</sup> Fuente:

- Criterios normativos para el diseño de locales de educación básica regular. Niveles de inicial, primaria, secundaria y básica especial. MINEDU. 2006.
- Código Nacional de Electricidad. Tomo V



- Especificaciones Técnicas de los diversos materiales a emplearse

#### B. Comunicaciones

- Ubicación de salidas(s) para teléfono(s)
- Ubicación de salida(s) para el timbre
- Ubicación de salida(s) para internet y redes
- Otros

### 2.2.8.3. Alumbrado general<sup>23</sup>

#### A. Diseño de iluminación de Interiores y Exteriores

El alumbrado en las diferentes partes de la edificación deberá estar de acuerdo con la concepción arquitectónica y específicamente con el uso para el cual han sido destinados los ambientes. La iluminación, en general, persigue dos objetivos:

- Obtener una buena calidad de iluminación
- Conseguir efectos especiales y decorativos de acuerdo al objeto a iluminar

#### a. Emitancia Luminosa e Iluminancia

La emitancia luminosa (M), es la cantidad de flujo luminoso que emite una superficie por unidad de área, mientras que, la iluminancia (E) es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área. La unidad de medida tanto de la Emitancia Luminosa como de la Iluminancia en el Sistema Internacional es el lux:  $1 \text{ lux} = 1 \text{ Lumen/m}^2$

#### b. Flujo luminoso

Es la medida de la potencia luminosa percibida. Difiere del flujo radiante, la medida de la potencia total emitida, en que está ajustada para reflejar la sensibilidad del ojo humano a diferentes longitudes de onda.

Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es el lumen (lm) y se define a partir de la unidad básica del SI, la candela (cd), como  $\text{lm} = \text{cd} \cdot \text{sr}$ .

#### c. Nivel de iluminación

El nivel de iluminación se selecciona de acuerdo al tipo de actividad que se va a desarrollar o de acuerdo al tipo de recinto. Los niveles desde A hasta C, se usan para las viviendas mientras que desde el nivel D hasta el nivel H, se usan para los lugares de trabajo.

---

<sup>23</sup> Fuente: Diseño de Iluminación en Interiores. Primera Edición. Mario Raitelli.



El factor de ponderación nos ayuda a elegir la cantidad de luxes para los ambientes.

De acuerdo al tipo de trabajo a realizar, el nivel de iluminación se selecciona del siguiente cuadro:

Tabla 11. Niveles de iluminación.

Tipo de Actividad	Nivel	Iluminación Nominal (Lux)		
Espacios públicos con alrededores oscuros	A	20	30	50
Simple orientación para visitas cortas temporales	B	50	75	100
Recintos de trabajo donde las tareas visuales son realizadas solo ocasionalmente	C	100	150	200
Realización de tareas visuales de gran contraste o gran tamaño	D	200	300	500
Realización de tareas visuales de contraste medio o tamaño pequeño	E	500	750	1,000
Realización de tareas visuales de bajo contraste o tamaño muy pequeño	F	1,000	1,500	2,000
Realización de tareas visuales de bajo contraste o tamaño muy pequeño a través de un periodo prolongado	G	2,000	3,000	5,000
Realización de tareas visuales muy prolongadas y exactas	H	5,000	7,500	10,000

Fuente: Diseño de Iluminación en Interiores. Mario Raitelli

#### d. Factores de ponderación

Tabla 12. Para categorías de "A" hasta "C"

Características del recinto y ocupantes	Factor de ponderación		
	-1	0	+1
Edad de los ocupantes en años	< 40	40 – 55	> 55
Grados de reflexión de la superficie de los recintos	> 70%	30 – 70%	< 30%

Fuente: Diseño de Iluminación en Interiores. Mario Raitelli



Tabla 13. Para categorías de "D" hasta "H"

Características del recinto y ocupantes	Factor de ponderación		
	-1	0	+1
Edad de los ocupantes en años	< 40	40 – 55	> 55
Grados de reflexión de la superficie de los recintos	> 70%	30 – 70%	< 30%
Velocidad y/o precisión de trabajo	No importante	Importante	Crítica

Fuente: Diseño de Iluminación en Interiores. Mario Raitelli

#### e. Factores que intervienen en el diseño de iluminación

- **Plano de trabajo o Plano útil**

Es el plano donde generalmente se realizan las diferentes actividades, depende del ambiente en el que se va a trabajar y por consiguiente donde se mide la iluminación (Superficie de cálculo).

En los lugares donde no se especifica el plano de trabajo, se considera que el plano de trabajo se encuentra a una altura de 0.85 m sobre el nivel de piso terminado (Ministerio de Energía y Minas).

- **Altura de montaje "h"**

Llamado también Altura de Cavidad Total. Es la distancia que existe entre el plano de trabajo y la luminaria o punto de luminoso.

- **Longitud de suspensión "e"**

Es la distancia que existe entre el techo y la luminaria.

A continuación se presenta una figura en la que se pueden apreciar los factores que intervienen en el diseño de la iluminación de un ambiente:

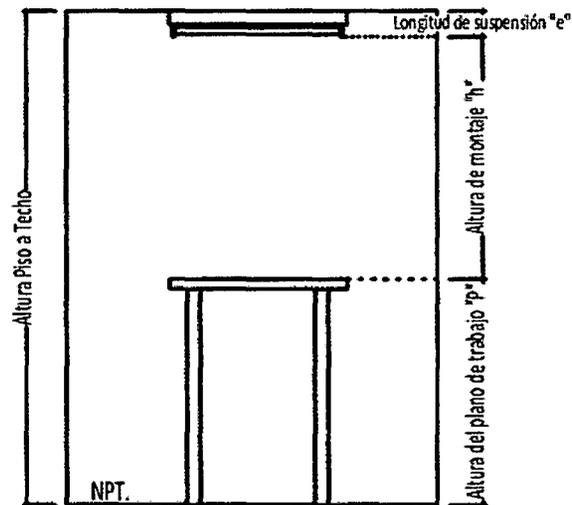


Fig. 6. Plano de Trabajo o Plano Útil

- **Factor de reflexión**

Se produce cuando la superficie devuelve la luz incidente, generalmente se considera de acuerdo al color o al material de la superficie.

El valor de reflexión es la relación entre el flujo luminoso reflejado y el flujo luminoso incidente.

Los valores dependen del color de paredes y techo, y algunos de los valores se dan en cuadros como los que se muestran a continuación.

Tabla 14. Coeficientes de Reflexión

Superficie	Clase	Color	Coef. Reflexión
Pintada	Muy clara	Blanco	0.81
		Marfil	0.79
		Crema	0.74
Pintada	Bastante clara	Verde claro	0.63
		Gris claro	0.58
		Azul claro	0.58
Pintada	Clara	Canela	0.48
		Gris oscuro	0.26
		Verde oliva	0.17
Madera	Bastante oscura	Roble claro	0.32



Superficie	Clase	Color	Coef. Reflexión
		Roble oscuro	0.13
		Caoba	0.08
Cemento	Oscura	Natural	0.25
Ladrillo	-	Rojo	0.13

Fuente: Diseño de Iluminación en Interiores. Mario Raitelli

- **Factor de Degradación**

Es la relación entre la iluminación de una instalación después de un período de uso y la iluminación de la misma instalación pero nueva, este factor generalmente depende de tres tipos de pérdida de emisión luminosa:

- Pérdida de emisión luminosa debido a la vida de la lámpara.
- Pérdida de emisión luminosa debido a la acumulación de suciedad en lámparas y luminarias.
- Pérdida de emisión luminosa debido a la acumulación de suciedad sobre paredes y techo.

- **Flujo Luminoso**

Es la cantidad de lúmenes de cada lámpara.

- **Verificación del espaciamiento entre luminarias**

Por lo general depende de la arquitectura, dimensiones del ambiente, posición de las salidas, tipo de luminarias, etc.

Debemos conseguir una buena distribución de la iluminación para un área, es conveniente no excederse de ciertos límites de la relación entre la "separación entre los puntos de luz" y la altura de montaje. Se comprueba mediante la siguiente relación:

$$0.80h \leq S \leq 1.3h \quad (\text{Ec. 115})$$

Dónde:

$h$  = altura de montaje

$S$  = espaciamiento entre luminarias

En algunos casos el fabricante nos brinda este dato.



#### 2.2.8.4. Circuitos de fuerza<sup>24</sup>

Lo más importante es el diseño geométrico que viene a ser la distribución óptima de las salidas de luz, de tomacorrientes, de comunicaciones, etc.

#### 2.2.8.5. Diseño Eléctrico

##### A. Potencia Instalada

Es la suma de las potencias de todos los aparatos, artefactos eléctricos y electrodomésticos, y todos aquellos que necesiten energía y estén contemplados dentro del proyecto de instalaciones eléctricas.

##### B. Demanda máxima

Es la máxima potencia efectiva eléctrica que consumiría la edificación en el peor de los casos. La demanda máxima servirá para:

- Contratar el suministro eléctrico con la empresa eléctrica concesionaria de distribución de la ciudad.
- Para dimensionar el alimentador general e interruptor general, que conectara nuestra instalación eléctrica interior a la red de distribución de la empresa suministradora de electricidad local.

##### C. Diseño de conductores

###### a. Intensidad de corriente ( $I_c$ )

Para su cálculo, se emplea la siguiente fórmula:

$$I_c = \frac{MDT}{K_1 V \cos\phi} \quad (\text{Ec. 116})$$

Dónde:

$I_c$  = corriente a transmitir por el conductor alimentador, en Amperios

$MDT$  = máxima demanda total a ser consumida por todas las cargas de la edificación, en vatios.

$K_1$  = coeficiente supeditado a si el consumo es monofásico (1.00) o trifásico (1.73)

$V$  = Tensión de servicio en voltios.

$\cos\phi$  = Factor de potencia (0.90)

###### b. Intensidad de diseño ( $I_d$ )

La cual viene a ser el 25% más que la intensidad de corriente.

$$I_d = 1.25I_c \quad (\text{Ec. 117})$$

<sup>24</sup> Fuente:

- Diseño de instalaciones eléctricas en Residencias. Edición 2005. Mario Rodríguez Macedo.
- Criterios normativos para el diseño de locales de educación básica regular. Niveles de inicial, primaria, secundaria y básica especial.



**c. Calibre del conductor**

Es el calibre por el cual pudiera cómodamente permitir la conducción para la intensidad de diseño. Se determina a través de tabla.

**d. Chequeo por caída de tensión**

Es una comprobación de la caída de tensión que pasa por un conductor, la cual no debe ser mayor a la recomendada en el Código Nacional de Electricidad, que indica que no debe ser mayor de 2.5% para las cargas de fuerza, calefacción y alumbrado, o combinación de tales cargas y donde la caída de tensión máxima en alimentadores y circuitos derivados hasta el punto más alejado de utilización no exceda del 4%.

$$\Delta V = \frac{K_2 I_d \delta L \cos \phi}{S} \quad (\text{Ec. 118})$$

Dónde:

$\Delta V$  = caída de tensión, en voltios

$K_2$  = constante que depende si el suministro es monofásico (2) o trifásico (1.73)

$I_d$  = intensidad de corriente de diseño

$\delta$  = resistividad del material del conductor 0.0175 Ohm-mm<sup>2</sup>/m (cobre)

$L$  = longitud del conductor hacia el punto más desfavorable, en metros

$\cos \phi$  = Factor de potencia (0.90)

$S$  = sección del conductor, en mm<sup>2</sup>

**e. Determinación del diámetro de la tubería de conducción**

La determinación del calibre de la tubería de conducción se hará en base al número de cables que irán a pasar por ésta.

*Tabla 15. Número de conductores en tubería*

<b>SEL</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/4"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>
<b>SAP</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/4"</b>	<b>1 1/2"</b>
18	-	12	20	35	49
16	7	10	17	30	41
14	6	6	10	18	25
12	4	5	8	15	21
10	3	4	7	13	17
8	1	3	4	7	10
6	1	1	3	4	6
4	1	1	1	3	5
2	1	1	1	3	3

Fuente: Diseño de Iluminación en Interiores. Mario Raitelli

Las tuberías de 1/4" y 3/8" de diámetro SAP y 1/2" y 5/8" SEL sólo son permitidas en instalaciones visibles o de superficies.



## 2.2.8.6. Sistemas de Seguridad en Instalaciones Eléctricas<sup>25</sup>

### A. Puesta a tierra de los sistemas eléctricos

Los procedimientos para diseñar sistemas de puesta a tierra se basan en conceptos tradicionales, pero su aplicación puede ser muy compleja. Los conceptos son ciencia, pero la aplicación correcta es una arte, ya que cada instalación es única en su localización, tipo de suelo y equipos a proteger.

El propósito de aterrizar los sistemas eléctricos es para limitar cualquier voltaje elevado que pueda resultar de los rayos, fenómenos de inducción o de contactos no intencionales con cables de voltajes más altos.

Se logra uniendo mediante un conductor apropiado a la corriente a tierra total del sistema.

### B. Puesta a tierra de los equipos eléctricos

Su propósito es eliminar los potenciales de toque que pudieran poner en peligro la vida y las propiedades y, para que operen las protecciones por sobre corriente de los equipos.

Se logra conectando al punto de conexión del sistema eléctrico con tierra, todas las partes metálicas que puedan llegar a energizarse, mediante un conductor apropiado a la corriente de corto circuito del propio sistema en el punto en cuestión.

### C. Tratamientos químicos

Debe ser empleado cuando:

- Existe una puesta a tierra con una resistencia que no es la deseada y no puede ser mejorada.
- No existe otra alternativa posible; por ejemplo: cambiar de ubicación la puesta a tierra.

Características del tratamiento químico:

- Altamente higroscópico
- No lixiviable
- Baja la resistividad del suelo
- No corrosivo
- Químicamente estable
- No es tóxico
- No causa daño a la naturaleza

Tratamiento con Bentonita:

Material arcilloso que tiene las siguientes propiedades:

---

<sup>25</sup> Fuente:

- Manual de Sistemas de Puesta a Tierra. Gregor Rojas.
- Técnicas Modernas de Puesta a Tierra. Carlos Días N.



- Altamente higroscópico
- Retiene la humedad
- Buena conductora de la electricidad
- Baja resistividad (1.2 a 4  $\Omega$ -m)
- No es corrosiva (pH alcalino)
- Protege al electrodo contra la corrosión natural del suelo

#### D. Resistividad del suelo

La resistencia del suelo es una medida de la dificultad que la corriente eléctrica encuentra a su paso en un material determinado.

La resistividad a tierra de cualquier sistema de electrodos teóricamente puede calcularse de las fórmulas basadas en la fórmula general de la resistencia.

$$R = \rho LA \quad (\text{Ec. 119})$$

Dónde:

$\rho$  = resistencia de la tierra en ohm-cm

$L$  = longitud de la trayectoria de conducción

$A$  = área transversal

#### E. Enlace equipotencial

Es una vía de baja impedancia obtenida conectando permanentemente todas las partes de metal no portadoras de corriente para asegurar la continuidad eléctrica y tener la capacidad de conducir con seguridad cualquier corriente que probablemente le sea impuesta.

Se ha usado el término enlace equipotencial para indicar las conexiones entre partes metálicas no conductoras, con la intención de que sean mantenidas a una tensión común. En la mayoría de los casos, se extiende el sistema del enlace equipotencial a un electrodo de puesta a tierra y de ahí el término "enlace equipotencial a tierra"

#### F. Pararrayos

Una descarga eléctrica atmosférica puede ocasionar graves daños a los circuitos y equipos eléctricos. Un impacto directo puede ser devastador, pero incluso una descarga cercana puede provocar una tensión de varios miles de volts en las líneas de energía eléctrica. Por lo tanto, en áreas donde las perturbaciones debido a descargas eléctricas atmosféricas son comunes, es aconsejable instalar pararrayos que sean capaces de descargar cualquiera de dichas sobretensiones eléctricas a tierra, protegiendo de esta manera el equipo. Aunque los pararrayos pueden ser útiles incluso cuando son instalados para los servicios residenciales individuales,



estas reglas realmente prevén la protección de instalaciones eléctricas más grandes.

### G. Dispositivos de Protección

- **Interruptor termomagnético.** Los interruptores automáticos están diseñados para permitir abrir y cerrar un circuito, así como para dar protección al circuito contra sobrecargas y sobrecorrientes. Cuando un interruptor automático dispara debido a sobrecargas o sobrecorrientes, éste debe poder reconectarse por una operación apropiada de la manija u otros medios de operación.
- **Interruptor diferencial.** Interruptor diferencial o interruptor de falla a tierra es un dispositivo de seguridad que provee buena protección contra los peligros de electrocución entre línea y tierra. Es importante aclarar que este dispositivo no reconoce peligros de electrocución que se originen por contactos entre líneas. Un interruptor diferencial o interruptor de falla a tierra, no debe ser utilizado como un sustituto de los medios de protección normalmente provistos, como son aislamiento y conexión a tierra.

A continuación se presenta un esquema de una instalación típica de un tablero con interruptores termomagnéticos y diferenciales.

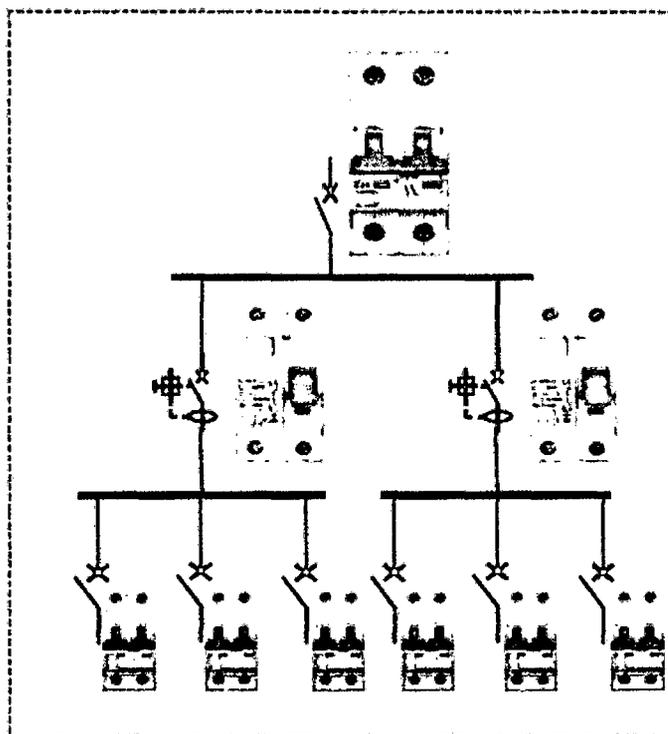


Fig. 7. Esquema de tablero eléctrico.



## 2.2.9. PROYECTO DE INSTALACIONES SANITARIAS<sup>26</sup>

### 2.2.9.1. Aspectos generales

Las instalaciones sanitarias de un edificio, en forma general incluyen las líneas de distribución de agua, los aparatos sanitarios, las tuberías de desagüe y la ventilación, las de drenaje de agua de lluvia así como equipos complementarios.

### 2.2.9.2. Distribución de agua fría

#### 2.2.9.2.1. Sistema de abastecimiento de agua fría

El diseño del sistema de abastecimiento de agua de un edificio depende de los siguientes factores:

- Presión de agua en la red pública
- Altura y forma del edificio
- Presiones interiores necesarias

De aquí que cualquier método que se emplee puede ser: directo, indirecto y mixto combinado.

#### a. Sistema directo

Se presente este caso cuando la red pública es suficiente para servir a todos los puntos de consumo a cualquier hora del día. El suministro de la red pública debe ser permanente y abastecer directamente toda la instalación interna.

#### b. Sistema indirecto

Cuando la presión de la red pública no es suficiente para dar servicio a los artefactos sanitarios de los niveles más altos, se hace necesario que la red pública suministre agua a reservorios domiciliarios (cisternas y tanques elevados) y de éstos se abastece por bombeo o gravedad a todo el sistema.

En este sistema se pueden presentar los siguientes casos:

- *Tanque elevado por alimentación directa*  
En el presente caso durante algunas horas del día o de la noche como cosa general se cuenta con presión suficiente en la red pública para llenar el depósito elevado y desde aquel se da servicio por gravedad a la red interior.
- *Cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado*  
En este sistema el agua ingresa de la red pública a la cisterna, donde con un equipo de bombeo el agua es

---

<sup>26</sup> Fuente:

- Instalaciones Sanitarias en Edificaciones. Segunda edición. Enrique Jimeno Blasco.
- Criterios normativos para el diseño de locales de educación básica regular. Niveles de inicial, primaria, secundaria y básica especial. MINEDU. 2006.
- NTP IS.010 INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES.



llevada al tanque elevado desde donde por gravedad se alimenta la red de agua interior.

Este sistema es adecuado cuando existe un correcto diseño en cuanto a capacidades de la Cisterna y del tanque elevado.

- **Cisterna y equipo de bombeo**

En este caso la red de agua es conectada a una cisterna desde donde por intermedio de una bomba y un tanque hidroneumático se mantiene la presión en todo el sistema para grandes instalaciones donde no se desea tanque elevado; se puede hacer este sistema instalándose sobre la cisterna bombas de velocidad variable o velocidad constante, con equipos de control.

Para fines de diseño de la red interior, este sistema es igual al directo en lo referente al cálculo de las tuberías de la red de distribución.

Para edificios altos es importante anotar que cuando se usa el sistema hidroneumático es costoso, por eso no conviene usarlo.

**c. Sistema mixto**

Cuando las presiones en la red pública lo permitan, los pisos o niveles inferiores pueden ser alimentados en forma directa y los superiores en forma indirecta.

Este sistema tiene la ventaja de que se requieren capacidades de cisterna y tanque elevado más pequeñas que en el método indirecto, lo mismo que bombas de menor capacidad.

En los casos de sistemas alimentados por gravedad en tanque elevado, es muy frecuente, cuando no se le puede dar la altura necesaria al tanque elevado, que las presiones logradas para los pisos superiores sean insuficientes para el normal funcionamiento de los aparatos sanitarios. En estos casos es necesario el uso de un equipo de bombeo para dar servicio a los últimos dos o tres niveles como un sistema separado, aunque siempre es necesario que estén ambos sistemas interconectados para los casos de falta de energía eléctrica o reparación del hidroneumático.

Este sistema se emplea también algunas veces para los casos de redes de incendio alimentado desde el tanque elevado.

En el caso de edificios altos se emplean el sistema de tanques elevados a diferentes alturas, bien con bombeo desde la cisterna o de un tanque a otro.



#### **2.2.9.2.2. Fuentes de suministro de agua**

Existen dos casos de suministro de agua en edificaciones:

Cuando estas están ubicadas en áreas que cuentan con redes de suministro de agua potable, y

Cuando están ubicadas en áreas que no cuentan con redes de suministro de agua potable, en cuyo caso las edificaciones se abastecen directamente de una fuente de agua propia como pozos, manantiales u otra fuente de suministro.

En el primer caso, la fuente de suministro es la red pública de servicio y el problema consiste en efectuar una conexión domiciliaria desde la red pública a la edificación.

En el segundo caso, para el suministro de agua para la edificación se requiere un estudio de la fuente en calidad y cantidad, su protección sanitaria y su conexión a la tubería de aducción de la edificación.

#### **2.2.9.2.3. Dotación de agua en edificios**

La dotación de agua tiene gran importancia en el diseño de las instalaciones sanitarias interiores de los diferentes tipos de edificaciones, dado que ello permite conocer si la fuente de suministro tiene capacidad suficiente para la determinación de volúmenes de los tanques de almacenamiento (cistema y/o tanque elevado, de acuerdo al sistema de distribución que sea adoptado).

Como en el caso de cualquier sistema de abastecimiento de agua, la dotación de agua para edificios es muy variable y depende de una serie de factores entre los cuales podemos citar: uso del edificio, área, costumbres y hábitos de los ocupantes, uso de medidores, necesidades profesionales, necesidades para industrias, así como el sistema de distribución que sea adoptado.

Los valores a considerar para la dotación de la institución educativa serán tomados del RNE, de acuerdo al tipo de uso.

El cálculo de la dotación de agua que necesita el centro educativo se ha realizado con el máximo número de alumnos, según esto, la dotación de agua para locales educacionales de acuerdo al RNE tenemos:



Tabla 16. Dotación de agua.

Tipo de local educacional	Dotación diaria
Alumnado Externo y Personal no residente	50 l/alumno/día
Alumnado Externo y Personal no residente	200 l/alumno/día

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones NTP IS.010

#### 2.2.9.2.4. Almacenamiento

Los depósitos de agua son diseñados y construidos en forma tal que preserven la calidad del agua. La edificación está provista de depósitos de almacenamiento que permitan el suministro de agua en forma adecuada a todos los aparatos sanitarios e instalaciones previstas.

Los depósitos sobre la edificación (tanque elevado) siempre que cumplan con lo estipulado en la norma IS.010.

Al existir tanque elevado, su capacidad será cuando menos igual al consumo diario, con un mínimo de 1000L.

#### 2.2.9.2.5. Distribución de tuberías de agua

La distribución depende de la ubicación de los aparatos sanitarios, según se encuentran a un solo lado de la pared o diversificados en todo el ambiente del baño. Por lo general existen dos criterios para la distribución de tuberías en el interior de los baños según sea por los muros o pisos.

Con el primer criterio, por ser más directo que en ramificaciones laterales; se hace economía en el recorrido de tuberías y accesorios, siendo esto una gran ventaja.

Con el segundo criterio, resulta aún más económico cambiar las losetas del piso que las mayólicas de las paredes aún en la dificultad de no encontrar mayólica nueva que tenga el mismo color o acabado que las antiguas, excepto la blanca.

Otra ventaja es la obtener mayor facilidad de trabajo porque la mano de obra resulta barata y fácil, ya que previamente se hace la instalación y luego se vacía el contrapiso, en cambio al llegar las tuberías por los muros hay que picar las paredes y efectuar pases en los vanos de las puertas y pasadizos.

En cuanto al diseño de las redes de agua que sirven a otros aparatos sanitarios ubicados fuera de los cuartos de baño, debe seguir un criterio lógico de buena ingeniería.

La red de distribución de agua de un edificio hemos de diseñarla para que todos los aparatos funcionen correctamente. Hay que tener en cuenta que la cantidad de agua fría y caliente que se



consume, varía dependiendo del tipo de edificio, uso para que se le destine y la hora del día. El sistema debe llenar los requisitos de capacidad suficiente en todas sus partes: tuberías, bombas, tanques de almacenamiento, equipos de calentamiento, etc. Para satisfacer las máximas demandas, pero sin olvidamos de la economía de las instalaciones.

Para el diseño de las tuberías se usará el gasto probable obtenido en base el número de unidades Hunter.

Tabla 17. Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios (aparatos de uso privado)

Aparato sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque – descarga reducida	1.5	1.5	-
Inodoro	Con tanque	5	5	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática	8	8	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida	4	4	-
Lavatorio	Corriente	2	1.5	1.5
Lavatorio	Múltiple	2(*)	1.5	1.5
Lavadero	Hotel restaurante	4	3	3
Lavadero	-	3	2	2
Ducha	-	4	3	3
Tina	-	6	3	3
Urinario	Con tanque	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida	2.5	2.5	-
Urinario	Múltiple (por m.)	3	3	-
Bebedero	Simple	1	1	-
Bebedero	Múltiple	1(*)	1(*)	-

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones NTP IS.010

Para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usará las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular



diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a un aparato sanitario que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la segunda y tercera columna.

*Tabla 18. Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios (aparatos de uso público)*

Aparato sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque – descarga reducida	2.5	2.5	-
Inodoro	Con tanque	3	3	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática	6	6	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida	3	3	-
Bidé	-	1	0.75	0.75
Lavatorio	-	1	0.75	0.75
Lavadero	-	3	2	2
Ducha	-	2	1.5	1.5
Tina	-	2	1.5	1.5
Urinario	Con tanque	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida	2.5	2.5	-
Urinario	Múltiple (por m.)	3	3	-

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones NTP IS.010



*Tabla 19. Gastos probables para aplicación del método de Hunter*

N° de unidades	Gasto probable		N° de unidades	Gasto probable		N° de unidades	Gasto probable
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		
3	0.12	-	120	1.83	2.72	1100	8.27
4	0.16	-	130	1.91	2.80	1200	8.70
5	0.23	0.91	140	1.98	2.85	1300	9.15
6	0.25	0.94	150	2.06	2.95	1400	9.56
7	0.28	0.97	160	2.14	3.04	1500	9.90
8	0.29	1.00	170	2.22	3.12	1600	10.42
9	0.32	1.03	180	2.29	3.20	1700	10.85
10	0.43	1.06	190	2.37	3.25	1800	11.25
12	0.38	1.12	200	2.45	3.36	1900	11.71
14	0.42	1.17	210	2.53	3.44	2000	12.14
16	0.46	1.22	220	2.60	3.51	2100	12.57
18	0.50	1.27	230	2.65	3.58	2200	13.00
20	0.54	1.33	240	2.75	3.65	2300	13.42
22	0.58	1.37	250	2.84	3.71	2400	13.86
24	0.61	1.42	260	2.91	3.79	2500	14.29
26	0.67	1.45	270	2.99	3.87	2600	14.71
28	0.71	1.51	280	3.07	3.94	2700	15.12
30	0.75	1.55	290	3.15	4.04	2800	15.53
32	0.79	1.59	300	3.32	4.12	2900	15.97
34	0.82	1.63	320	3.37	4.24	3000	16.20
36	0.85	1.67	340	3.52	4.35	3100	16.51
38	0.88	1.70	380	3.67	4.46	3200	17.23
40	0.91	1.74	390	3.83	4.60	3300	17.85
42	0.95	1.78	400	3.97	4.72	3400	18.07
44	1.00	1.82	420	4.12	4.84	3500	18.40
46	1.03	1.84	440	4.27	4.96	3600	18.91
48	1.09	1.92	460	4.42	5.08	3700	19.23
50	1.13	1.97	480	4.57	5.20	3800	19.75
55	1.19	2.04	500	4.71	5.31	3900	20.17
60	1.25	2.11	550	5.02	5.57	4000	20.50
65	1.31	2.17	600	5.34	5.83		
70	1.36	2.23	650	5.85	6.09		
75	1.41	2.29	700	5.95	6.35		
80	1.45	2.35	750	6.20	6.61		
85	1.50	2.40	800	6.60	6.84		
90	1.56	2.45	850	6.91	7.11		
95	1.62	2.50	900	7.22	7.36		
100	1.67	2.55	950	7.53	7.61		
110	1.75	2.60	1000	7.84	7.85		

Para el número de unidades de ésta columna es indiferente que los aparatos sean de tanque o de válvula

Nota: Los gastos están dados en lts/seg y corresponden a un ajuste de la tabla original del Método de Hunter.

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones NTP IS.010

- La máxima presión estática deberá ser menor a 50 m.c.a. y la presión mínima, en la entrada de los aparatos, será de 2 m.c.a., excepto en los equipos especiales que requieran una mayor presión.
- La velocidad mínima recomendable será de 0.60 m/seg. y la máxima según el siguiente cuadro:



Tabla 20. Velocidad máxima en tuberías

Diámetro (mm)	Velocidad máxima (m/seg.)
15 (1/2")	1.90
20 (3/4")	2.20
25 (1")	2.48
32 (1 1/4")	2.85
≥ 40 (≥ 1 1/2")	3.00

Fuente: NTP IS.010 - RNE

- Las tuberías se ubicarán de tal forma que se evite daños en las estructuras, de ser factible las tuberías verticales se deben instalar en ductos que faciliten la instalación y mantenimiento.
- Las tuberías colgadas deberán fijarse a la estructura, y las tuberías enterradas deben instalarse en zanjas que permitan su protección y fácil instalación.
- Para el agua se utilizará tuberías de fierro galvanizado o de PVC.
- Las válvulas utilizadas para la interrupción del flujo son las de compuerta, de globo y válvulas flotadoras.
- En las líneas de impulsión se debe instalar válvulas de retención (check).
- Inodoros. Se recomienda los de caída libre y los tanques se deben ubicar en un corredor posterior a los baños para evitar su deterioro. También se pueden utilizar los de arrastre con fluxómetro, en estos casos no es necesario un corredor posterior, estos aparatos tienen menor riesgo de deterioro y falla de su grifería.
- Lavatorios. Son de dos tipos: de losa o de concreto enchapado hechos in situ. Los de losa pueden ser montados en un pedestal, en una losa de concreto o anclados en la pared.
- Urinarios. Son de dos tipos: de losa instalados en la pared con fluxómetro y urinario corrido de concreto enchapados.

#### 2.2.9.2.6. Dimensionamiento de los ramales

El dimensionamiento de los ramales podrá efectuarse estudiando el suministro de agua, bajo dos formas distintas, a saber:

- En función del consumo simultáneo máximo posible de todos los aparatos sanitarios.
- En función del consumo simultáneo máximo probable de los aparatos sanitarios.

Los sub-ramales (conexión al aparato sanitario) lo determinan los fabricantes, para cuando se tenga esta información se puede utilizar la siguiente tabla:



*Tabla 21. Diámetro de los sub-ramales en instalaciones sanitarias*

APARATO SANITARIO	DIÁMETRO DE LOS SUB-RAMALES (PULG)		
	Presiones hasta 10m	Presiones mayores a 10m	Diámetro Mínimo
Lavatorio	1/2	1/2	1/2
Bidé	1/2	1/2	1/2
Tina	3/4 - 1/2	3/4	1/2
Ducha	3/4	1/2	1/2
Grifo de cocina	3/4	1/2	1/2
Inodoro con tanque	1/2	1/2	1/2
Inodoro con válvula	1 1/2 - 2	1	1 1/4
Urinario con tanque	1/2	1/2	1/2
Urinario con válvula	1 1/2 - 2	1	1

Fuente: Instalaciones Sanitarias en edificaciones – Enrique Jimeno

Blasco

Para la selección del diámetro se toma como base o unidad el caño de 1/2" refiriéndose las demás salidas al él, de tal modo que la sección del ramal en cada tramo sea equivalente hidráulicamente a la suma de las secciones de los sub-ramales por el alimentador.

La siguiente tabla da para diversos diámetros, el número de tuberías de 1/2" que serían necesarios para dar la misma descarga.

*Tabla 22. Equivalencia de gastos en tuberías de agua.*

Diámetro	N° tubos 1/2" con la misma capacidad
1/2"	1
3/4"	2.9
1"	6.2
1.25"	10.9
1.5"	17.4
2"	37.8
2.5"	65.5
3"	110.5
4"	189
6"	527
8"	1250
10"	2090

Fuente: Instalaciones Sanitarias en edificaciones – Enrique Jimeno

Blasco



Para el consumo simultáneo máximo probable se utiliza la siguiente tabla de factores de uso de aparatos sanitarios.

Tabla 23. Factor de uso de aparatos sanitarios

N° aparatos sanitarios	FACTOR DE USO (%)	
	Aparatos comunes	Aparatos de Válvula
2	100	100
3	80	65
4	68	50
5	62	42
6	58	38
7	56	35
8	53	31
9	51	29
10	50	27
20	42	16
30	38	12
40	37	9
50	36	8
60	35	7
70	34	6.1
80	33	5.3
90	32	4.6
100	31	4.2
200	30	3.1
300	29.1	1.9
500	27.5	1.5
800	25.8	1.2
1000	25	1

Fuente: Instalaciones Sanitarias en edificaciones –  
Enrique Jimeno Blasco

#### 2.2.9.2.7. Diseño Hidráulico de tuberías

Para el cálculo de las tuberías de alimentación, sean que suministren agua de abajo hacia arriba o viceversa, puede aplicarse el método de las probabilidades, pero resulta complicado y poco práctico en las aplicaciones, por lo que se emplea el Método Hunter, el cual consiste en asignar un "peso" a cada tipo de aparatos o grupos de baños, según se trata de uso público o privado.

Teniendo en cuenta el diámetro interior de la tubería, se verifica que éste no sobrepase la velocidad máxima, ni sea inferior a la velocidad mínima, permisibles de acuerdo a:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (\text{Ec. 120})$$



Dónde:

$V$  = velocidad, en m/seg

$Q$  = caudal, en l/seg

$A$  = área transversal del conducto en  $m^2$ .

La pérdida de carga por fricción por metro lineal de tubería de cada tramo, se determina teniendo en cuenta la ecuación de Hazen – Williams:

$$h_f = 10.674 \times \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.871}} \times L \quad (\text{Ec. 121})$$

Dónde:

$h$ : pérdida de carga o de energía (m)

$Q$ : caudal ( $m^3/s$ )

$C$ : coeficiente de rugosidad (adimensional)

$D$ : diámetro interno de la tubería (m)

$L$ : longitud de la tubería (m)

### 2.2.9.3. Desagüe

La evacuación de las aguas servidas se realiza por medio de un conjunto de tuberías, que deberían cumplir las condiciones siguientes:

- Evacuar rápidamente las aguas servidas, alejándolas de los aparatos sanitarios.
- Impedir el paso del aire, olores y organismos patógenos de las tuberías al interior de la vivienda o edificio.
- Las tuberías deben ser de materiales durables e instalados de manera que no se provoque alteraciones con los movimientos de los edificios.

Los materiales de que están hechas las tuberías deben resistir la acción corrosiva del terreno en que están instaladas y de las aguas que transportan.

El sistema integral de desagüe deberá ser diseñado y construido en forma tal que las aguas servidas sean evacuadas rápidamente desde todo aparato sanitario, sumidero u otro punto de colección, hasta el lugar de descarga con velocidades que permitan el arrastre de las excretas y materias en suspensión, evitando obstrucciones y depósitos de materiales.

Se deberá prever diferentes puntos de ventilación, distribuidos en tal forma que impida la formación de vacíos o alzas de presión, que pudieran hacer descargar las trampas.

El diámetro del colector principal de desagües de una edificación, debe calcularse para las condiciones de máxima descarga.



Todo sistema de desagüe deberá estar dotado de suficiente número de elementos de registro, a fin de facilitar su limpieza y mantenimiento.

- Los colectores se colocarán en tramos rectos.
- Los colectores enterrados situados en el nivel inferior y paralelos a las cimentaciones, deberán estar ubicados, en forma tal, que el plano formado por el borde inferior de la cimentación y el colector, forme un ángulo de menos de 45° con la horizontal. Cuando un colector enterrado cruce una tubería de agua deberá pasar por debajo de ella y la distancia vertical entre la parte inferior de la tubería de agua y la clave del colector, no será menor de 0,15m.
- Los empalmes entre colectores y los ramales de desagüe, se harán a un ángulo no mayor de 45°, salvo que se hagan en un buzón o caja de registro.
- La pendiente de los colectores y de los ramales de desagüe interiores será uniforme y no menor de 1% para diámetros de 100 mm (4") y mayores; y no menor de 1,5% para diámetros de 75 mm (3") o inferiores.
- Las dimensiones de los ramales de desagüe, montantes y colectores se calcularán tomando como base el gasto relativo que pueda descargar cada aparato.
- El cálculo de los ramales, montantes y colectores de desagüe se determinará por el método de unidades de descarga.

Tabla 24. Unidades de descarga

Tipos de aparatos	Diámetro mínimo de la trampa	Unidades de descarga
Inodoro (con tanque)	75 (3")	4
Inodoro (con tanque descarga reducida)	75 (3")	2
Inodoro (con válvula automática y semiautomática)	75 (3")	8
Inodoro (con válvula automática y semiautomática de descarga reducida)	75 (3")	4
Bidé	40 (1 ½")	3
Lavatorio	32 - 40 (1 ¼" - 1 ½")	1 - 2
Lavadero de cocina	50 (2")	2
Lavadero con trituradora de desperdicios	50 (2")	3
Lavadero de ropa	40 (1 ½")	2
Ducha privada	50 (2")	2
Ducha pública	50 (2")	3
Tina	40 - 50 (1 ½" - 2")	2 - 3
Urinario de pared	40 (1 ½")	4
Urinario de válvula automática y semiautomática	75 (3")	8



Tipos de aparatos	Diámetro mínimo de la trampa	Unidades de descarga
Urinario de válvula automática y semiautomática de descarga reducida	75 (3")	4
Urinario corrido	75 (3")	4
Bebedero	25 (1")	1 – 2
Sumidero	50 (2")	2

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones NTP IS.010

*Tabla 25. Número máximo de unidades de descarga que puede ser conectado a los colectores del edificio*

Diámetro del tubo	Pendiente		
	1%	2%	4%
50 (2")	-	21	26
65 (2½")	-	24	31
75(3")	20	27	36
100 (4")	180	216	250
125 (5")	390	480	575
150 (6")	700	840	1,000
200 (8")	1,600	1,920	2,300
250 (10")	2,900	3,500	4,200
300 (12")	4,600	5,600	6,700
375 (15")	8,300	10,000	12,000

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones NTP IS.010

- Al calcular el diámetro de los conductos de desagüe se tendrá en cuenta lo siguiente:
  - El diámetro mínimo que reciba la descarga de un inodoro será de 100 mm (4").
  - El diámetro de una montante no podrá ser menor que el de cualquiera de los ramales horizontales que en él descarguen.
  - El diámetro de un conducto horizontal de desagüe no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de los aparatos que en él descarguen.
- Todo punto de contacto entre el sistema de desagüe y los ambientes (punto de colección abierto), deberá estar protegido por un sello de agua con una altura no inferior de 0,05 m, ni mayor de 0,10 m, contenido en un dispositivo apropiado (trampa o sifón).



- Todo registro deberá ser del diámetro de la tubería a la que sirve. En caso de tuberías de diámetro mayor de 100 mm (4"), se instalará un registro de 100mm. (4") como mínimo.
- Los registros se ubicarán en sitios fácilmente accesibles. Cuando las tuberías vayan ocultas o enterradas, los registros, deberán extenderse utilizando conexiones de 45°, hasta terminar a ras con la pared o piso acabado.
- La distancia mínima entre la tangente del tapón de cualquier registro y una pared, techo o cualquier otro elemento que pudiera obstaculizar la limpieza del sistema, será de 0,10 m.
- Se colocará registros por lo menos en:
  - Al comienzo de cada ramal horizontal de desagüe o colector.
  - Cada 15 m en los conductos horizontales de desagüe
  - Cada dos cambios de direcciones en los conductos horizontales de desagüe.
  - En la parte superior "de cada ramal de las trampas "U"
- Se instalarán cajas de registro en las redes exteriores en todo cambio de dirección, pendiente, material o diámetro y cada 15 m de largo como máximo, en tramos rectos
- Las dimensiones de las cajas se determinarán de acuerdo a los diámetros de las tuberías y a su profundidad, según la siguiente tabla:

Tabla 26. Dimensiones de cajas de registro

Diámetros interiores (m)	Diámetro máximo (mm)	Profundidad máxima (m)
0.25x0.50 (10"x20")	100 (4")	0.60
0.30x0.60 (12"x24")	150 (6")	0.80
0.45x0.60 (18"x24")	150 (6")	1.00
0.60x0.60 (24"x24")	200 (8")	1.20

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones NTP IS.010

#### 2.2.9.3.1. Partes de que consta una red de evacuación:

- a. Tuberías de evacuación propiamente dichas
- Derivaciones: son las que enlazan los aparatos sanitarios con las columnas o montantes.
  - Columnas o montantes son las tuberías de evacuación verticales.
  - Colectores son las tuberías horizontales que recogen el agua servida al pie de las columnas o montantes, así como de las derivaciones en casos de viviendas o fábricas de un solo piso y la llevan a la red de alcantarillado público o exterior.



- b. Sifones o trampas
- c. Tuberías de ventilación

#### 2.2.9.3.2. Derivaciones

Pueden ser simples, cuando sirven a un solo aparato, compuestas, cuando sirven a varios aparatos. En el primer caso el diámetro depende del tipo de aparato; en el segundo caso varía con la pendiente y el número de aparatos servidos, de acuerdo a las unidades de peso.

Las tuberías son generalmente de PVC o fierro fundido. Las pendientes de las derivaciones serán uniformes y no menores del 1% en diámetros de 4" mayores, y no menores del 1.5% en diámetros de 3" o menores.

Los empalmes entre ramales y derivaciones se harán a un ángulo de 45°, salvo que se hagan en un buzón o caja de registro.

Las dimensiones de los ramales de desagüe, montantes y colectores se calcularán tomando como base el gasto relativo que puede descargar cada aparato.

#### 2.2.9.3.3. Montantes o Columnas

Llamadas también montantes, son generalmente de PVC o fierro fundido, con lo cual son sólidas y durables. Aunque usualmente no se practica, se recomienda que se enlacen por su parte inferior a los colectores horizontales de descarga en dos formas o se coloca un sifón en la base de cada columna, entre ésta y el colector, o bien se enlazan directamente las columnas con el colector, disponiendo un sifón al final de éste.

El primer sistema tiene la ventaja de que no pasan a las columnas las emanaciones que se producen en el colector, debido a que por su recorrido horizontal se depositan en él fácilmente sustancias sólidas, que lleva el agua en suspensión.

Tiene el inconveniente de ser más caro y de que al mantener los cierres hidráulicos en las bases de las columnas facilita la formación de sobrepresiones en la parte inferior de éstas, al descargar el agua. Es frecuente el descargar las columnas en una caja de registro, que permite la inspección de la base de aquella y facilita el enlace con el colector, sobre todo si éste es de distinto material, como ocurre frecuentemente, al disponer colectores de concreto o cemento normalizado.

Las columnas en su parte superior deben prolongarse hasta atravesar la azotea del edificio o casa y dejar abierto su extremo superior, que puede cubrirse con un sombrero, cuyo objeto no es sólo de proteger la columna contra la entrada de cuerpos



extraños, sino facilitar por la acción del viento, una aspiración de los gases contenidos en aquella.

#### **2.2.9.3.4. Colectores**

Recogen y transportan horizontalmente el agua de las columnas. Los diversos colectores que forman la red horizontal de saneamiento se unen a su vez en un colector final que lleva el agua a la alcantarilla o red exterior de desagües. Los materiales más empleados son concreto, cemento normalizado, PVC, asbesto cemento y fierro fundido.

Se debe colocar cajas de registros en los puntos de recibo de montantes, en los lugares de reunión de 2 ó más colectores, en los cambios de dirección y cada 15 m. como máximo de longitud de cada colector.

#### **2.2.9.3.5. De los registros, cajas de registros y buzones**

Los sistemas de desagüe de aguas negras, de lluvia y residuales industriales deberán estar dotados de cajas de registro, registros o buzones.

Los registros serán piezas de fierro fundido o bronce, provistos de tapón en uno de sus extremos. Los tapones de los ingresos serán de fierro fundido o de bronce, de un espesor no menor de 4.8 mm. (3/16"), rascados y dotados de una ranura o un saliente que facilite su remoción.

En conductos menores de 4" de diámetro, los registros serán del mismo diámetro que el de la tubería a que sirven; en los de 4" de diámetro o mayores deben utilizarse registros de 4" como mínimo.

La distancia mínima entre el tapón de cualquier registro y una pared, techo o cualquier otro elemento que pudiera obstaculizar la limpieza del sistema, será de 45 cm., para tubería de 4" o más y de 30 cm. para tubería de 3" o menos.

Los registros deberán colocarse en los sitios que se indican a continuación:

- Al comienzo de cada ramal horizontal de desagüe o colector.
- Cada 15 m., en los conductos horizontales de desagüe.
- Al pie de cada montante, salvo cuando ella descargue en un colector recto a una caja de registro o buzón distante no más de 10m.
- Cada 2·cambios de dirección en los conductos horizontales de desagüe
- En la parte superior de cada ramal de las trampas "U"



Las cajas de registro se instalarán en las redes exteriores de desagüe en todo cambio de dirección, pendiente o diámetro y cada 15 m. de largo en tramos rectos.

Las cajas de registro serán de concreto o de albañilería, con marco y tapa de fierro fundido, bronce o concreto. El acabado final de la tapa podrá ser de otro material, de acuerdo al piso que se instale.

El interior de las cajas de registro será tarrajado y pulido y el fondo deberá llevar medias cañas del diámetro de las tuberías respectivas. Las dimensiones de las cajas se determinarán de acuerdo a:

- Los diámetros de las tuberías y
- Profundidad de la Caja de Registro

#### **2.2.9.4. Redes de Ventilación**

Están constituidas por una serie de tuberías que acometen a la red de desagüe cerca de las trampas estableciendo una comunicación con el aire exterior.

Constan de las derivaciones que salen de los aparatos y se enlazan a las columnas de ventilación.

Las derivaciones horizontales deben tener pendiente para dar salida por los tubos de descarga al agua de condensación que llegue a formarse.

Las columnas deben tener el mismo diámetro en toda la altura. En su extremo inferior se enlazan agua de condensación.

Por la parte alta se prolongan hasta unirse nuevamente con las columnas de descarga por encima del aparato más alto, o bien independientemente hasta atravesar la azotea y salir al exterior.

Cuando se trata de un edificio de mucha altura, los enlaces de la columna de ventilación y la de descarga no deben limitarse al interior y al superior, sino que deben hacerse otros intermedios, pues al descargar los aparatos en columnas altas, se producen, en distintas cotas de la columna, diversos casos de sobrepresión o depresión y aquellos enlaces restablecen el equilibrio.

La ventilación se utiliza para ventilar los colectores de desagüe, proteger los sellos de agua de cada aparato sanitario e impedir el paso del aire, olores y organismos patógenos de las tuberías al interior de la edificación.

Las tuberías deben ser materiales durables (PVC, concreto normalizado o fierro galvanizado) según su ubicación e instaladas de



manera que no se provoque cambios con los movimientos de los edificios.

Tabla 27. Dimensiones de los tubos de ventilación principal

Diámetro de la montante (mm)	Unidades de descarga ventiladas	Diámetro requerido para el tubo de ventilación principal			
		2"	3"	4"	6"
		50 mm	75 mm	100 mm	150 mm
Longitud máxima del tubo en metros					
50 (2")	12	60.0	-	-	-
50 (2")	20	45.0	-	-	-
65 (2½")	10	-	-	-	-
75(3")	10	30.0	180.0	-	-
75(3")	30	18.0	150.0	-	-
75(3")	60	15.0	120.0	-	-
100 (4")	100	11.0	78.0	300.0	-
100 (4")	200	9.0	75.0	270.0	-
100 (4")	500	6.0	54.0	210.0	-
203 (8")	600	-	-	15.0	150.0
203 (8")	1,400	-	-	12.0	120.0
203 (8")	2,200	-	-	9.0	105.0
203 (8")	3,600	-	-	8.0	75.0
203 (8")	3,600	-	-	8.0	75.0
254 (10")	1,000	-	-	-	38.0
254 (10")	2,500	-	-	-	30.0
254 (10")	3,800	-	-	-	24.0
254 (10")	5,600	-	-	-	18.0

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones NTP IS.010

Cuando una montante tenga en su recorrido un cambio de dirección de 45° o más con la vertical, será necesario ventilar los tramos de la montante que quedan por encima y por debajo de dicho cambio. Estos tramos podrán ventilarse separadamente según lo especificado o bien se podrá ventilar por medio de tubos auxiliares de ventilación, uno para el tramo superior inmediatamente antes del cambio y otro para el tramo inferior. Cuando el cambio de dirección de la montante sea de 45° con la vertical, no se requerirá la ventilación auxiliar.



Para la ventilación individual de aparatos sanitarios, el diámetro de la tubería de ventilación será igual a la mitad del diámetro del conducto de desagüe al cual ventila y no menor de 50 mm (2"). Cuando la ventilación individual va conectada a un ramal horizontal común de ventilación, su diámetro y longitud se determinarán según la siguiente tabla:

Tabla 28. Terminales de tubos de ventilación.

Diámetro de ramal horizontal de desagüe (mm)	Número máximo unidades de descarga	Diámetro del tubo de ventilación		
		2"	3"	4"
		50 mm	75 mm	100 mm
Longitud máxima del tubo de ventilación				
50 (2")	12	12.0	-	-
50 (2")	20	9.0	-	-
75(3")	10	6.0	30.0	-
75(3")	30	-	30.0	-
75(3")	60	-	24.0	-
100 (4")	100	2.1	15.0	60.0
100 (4")	200	1.8	15.0	54.0
100 (4")	500	-	10.8	42.0

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones NTP IS.010

Se permitirá utilizar un tubo común de ventilación para servir dos aparatos sanitarios, en los casos que se señalan a continuación, siempre que el diámetro del tubo de ventilación y la distancia máxima cumplan con lo establecido.

- Dos aparatos sanitarios tales como lavatorios, lavaderos de cocina o de ropa instaladas en el mismo piso y conectados al ramal de desagüe a un mismo nivel.
- Dos aparatos sanitarios ubicados en el mismo piso, pero conectados a la montante o ramal vertical de desagüe a diferentes niveles, siempre que el diámetro de dicho ramal o montante sea de un tamaño mayor que el requerido por el aparato superior y no menor que el requerido por el aparato inferior.

La prolongación de la montante o tubería de desagüe por encima del último ramal, podrá servir como único medio de ventilación para lavatorios y lavaderos siempre que cumpla con las distancias máximas establecidas.



Para el caso de ventilación común, para más de dos aparatos podrá usarse la ventilación en circuito, siempre que cumpla los siguientes requisitos.

El diámetro del tubo de ventilación no podrá ser menor que la mitad del diámetro del ramal horizontal de desagüe correspondiente y en ningún caso menor de 50 mm (2").

Es obligatorio instalar tubos auxiliares de ventilación en los siguientes casos:

- En la ventilación de la montante.
- En la ventilación en circuito.
- En todos aquellos otros casos en que sea necesario asegurar el buen funcionamiento del sistema.
- El diámetro mínimo del tubo auxiliar de ventilación será la mitad del diámetro del ramal de desagüe a que está conectado.

Aquellos aparatos sanitarios que no pueden ser ventilados de acuerdo a las distancias máximas establecidas, tales como lavaderos y otros similares, deberán descargar en forma indirecta a un sumidero de piso, caja u otro dispositivo apropiadamente ventilado.

#### **2.2.9.5. Sistema de colección y Evacuación de aguas de lluvias**

Se llama así, al sistema de canaletas y/o tuberías que recogen el agua proveniente de las precipitaciones pluviales que caen sobre techos, patios, y/o zonas pavimentadas de una edificación y la evacuan hacia un sistema de disposición final adecuado.

Es importante indicar que existen tres formas de evacuar finalmente el agua de la lluvia:

- a. Red de evacuación de aguas de lluvia separada del sistema de alcantarillado.
- b. Red de alcantarillado mixto o de uso tanto para desagüe cloacales como de lluvia.
- c. Evacuación hacia cunetas, canales o jardines.

Previamente al diseño y cálculo de un sistema de colección y evacuación de agua de lluvia, es importante analizar si es necesario o conveniente considerarlo en el diseño del proyecto de instalaciones sanitarias de una edificación. Para ello hay que tener en cuenta los siguientes factores que influyen en la decisión.

- Intensidad de la precipitación pluvial
- Frecuencia de lluvias
- Área de la edificación expuesta a la lluvia
- Sistema de evacuación final (mixto o separado) que cuenta la ciudad donde se va a efectuar la edificación
- Costo del sistema



Un análisis adecuado de estos factores servirá para determinar si es necesario o no implantar el sistema de evacuación de agua de lluvia.

El sistema de evacuación de aguas de lluvia será diseñado para evacuar el agua de lluvia proveniente de techos, patios y aéreas expuestas.

Los receptores de agua de lluvia estarán provistos de rejillas de protección contra el arrastre de hojas, papeles, basura y similares. El área total libre de las rejillas, será por lo menos dos veces el área del conducto de elevación.

Los diámetros de las montantes y los ramales de colectores para aguas de lluvias estarán en función del área servida y de la intensidad de la lluvia.

Los diámetros de las canaletas semicirculares se calcularán tomando en cuenta el área servida, intensidad de la lluvia y pendiente de la canaleta.

La influencia que puedan tener las aguas de lluvias en las cimentaciones deberán preverse realizando las obras de drenaje necesarias.

## 2.2.10. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL<sup>27</sup>

### 2.2.10.1. Generalidades

La Evaluación del Impacto Ambiental, concebida como un instrumento de política ambiental, analítico y de alcance preventivo, permite integrar al ambiente un proyecto o una actividad determinada; en esta concepción el procedimiento ofrece un conjunto de ventajas al ambiente y al proyecto, invariablemente, esas ventajas sólo son apreciables después de largos periodos de tiempo y se concretan en economías en las inversiones y en los costos de las obras, en diseños más perfeccionados e integrados al ambiente y en una mayor aceptación social de las iniciativas de inversión.

A nivel mundial los primeros intentos por evaluar el impacto ambiental surgen en 1970, particularmente en los EUA. En México, este instrumento se aplica desde hace más de 20 años y durante este tiempo el procedimiento ha permanecido vigente como el principal instrumento preventivo para la Gestión de proyectos o actividades productivas.

Si bien muchas cosas han cambiado y junto con ellas las ideas y los conceptos vinculados a este instrumento, la mayoría de sus bases siguen siendo válidas. Así, en el contexto internacional, hay numerosas aportaciones cuantitativas y conceptuales que enriquecen

---

<sup>27</sup> Fuente: Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Guillermo Espinoza.



la visión tradicional que ha tenido el Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA).

Actualmente, en muchos países, la EIA es considerada como parte de las tareas de planeación; superando la concepción obsoleta que le asignó un papel posterior o casi último en el procedimiento de gestación de un proyecto, que se cumpla como un simple trámite tendiente a cubrir las exigencias administrativas de la autoridad ambiental, después de que se hayan tomado las decisiones clave de la actividad o del proyecto que pretendía llevarse a la práctica.

Por ello, en una concepción moderna, la EIA es una condición previa para definir las características de una actividad o un proyecto y de la cual derivan las opciones que permiten satisfacer la necesidad de garantizar la calidad ambiental de los ecosistemas donde estos se desarrollarán.

#### **2.2.10.2. Definiciones previas**

##### **A. Medio Ambiente**

Es el entorno vital; el conjunto de factores físico - naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en la que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia.

##### **B. Medio Físico o Medio Natural**

Sistema constituido por los elementos y procesos del ambiente natural tal como lo encontramos en la actualidad y sus relaciones con la población, está conformado por tres subsistemas:

- a. Medio inerte o medio físico propiamente dicho: aire, tierra y agua.
- b. Medio biótico: flora y fauna.
- c. Medio perceptual: Unidades de paisaje (cuencas visuales, valles y vistas).

##### **C. Medio Socioeconómico**

Sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico culturales y económicas en general, de las comunidades humanas o de la población de un área determinada.

##### **D. Factores Ambientales**

Factores ambientales o parámetros ambientales vienen a ser los diversos componentes del medio ambiente entre los cuales se desarrolla la vida en nuestro planeta, son el soporte de toda actividad humana, éstos son:

- a. El hombre, la flora y la fauna.
- b. El suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje.
- c. Las interacciones entre los anteriores.
- d. Los bienes materiales y el patrimonio cultural.



#### **E. Entorno de un Proyecto**

Es el ambiente que interacciona con el proyecto en términos de entradas (recursos, mano de obra, espacio, etc.) y de salidas (productos, empleos, rentas, etc.).

#### **F. Impacto ambiental (IA)**

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración favorable o desfavorable en el medio, o en alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales. El término impacto no implica negatividad, ya que éstos pueden ser tanto positivos como negativos.

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación.

#### **G. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**

La EIA, es un proceso jurídico administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos; todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas administraciones públicas competentes.

#### **H. Estudio de Impacto Ambiental (EslA)**

Es el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la EIA está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno.

#### **I. Valoración del Impacto Ambiental (VIA)**

La VIA tiene lugar en la última fase del EslA y consiste en transformar los impactos, medidos en unidades heterogéneas, a unidades homogéneas de impacto ambiental, de tal manera que permita comparar alternativas diferentes de un mismo proyecto y aún de proyectos distintos.

#### **J. Calidad del medio ambiente**

Es el mérito para que su esencia y su estructura actual se conserven. Para cada factor del medio, se mide en la unidad adecuada (monetaria o física).



## K. Indicador del Impacto Ambiental

Llamamos indicador de impacto ambiental al elemento o concepto asociado a un factor que proporciona la medida de la magnitud del impacto, al menos en su aspecto cualitativo y de ser posible en el cuantitativo.

### 2.2.10.3. Estructura general de un EIA

Dado que el EIA es un instrumento de gestión de carácter preventivo, el EslA, como documento técnico que se incluye en el procedimiento administrativo general de la EIA, será de tipo prospectivo.

Como se sabe el EslA es el documento técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida y su entorno.

Formando parte del EIA, es el documento técnico que debe presentar el titular del proyecto, y sobre la base del que se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental. Este estudio deberá identificar, describir y valorar de manera apropiada, y en función de las particularidades de cada caso concreto, los efectos notables previsibles que la realización del proyecto producida sobre los distintos aspectos ambientales.

En conclusión, el EslA es un elemento de análisis que interviene de manera esencial en cuanto a dar información en el procedimiento administrativo que es la EIA y que culmina con la Declaración de Impacto Ambiental (OIA).

Las fases por la que se desarrolla el EslA incluido en la EIA se sintetizan en las siguientes Líneas:

1. Análisis del proyecto y sus alternativas. con el fin de conocerlo en profundidad.
2. Definición del entorno del proyecto y posterior descripción y estudio del mismo. Es la fase de búsqueda de información y diagnóstico, consistente en la recogida de la información necesaria y suficiente para comprender el funcionamiento de medio sin proyecto, las causas históricas que lo ha producido y la evaluación previsible si no se actúa.
3. Previsiones de los efectos que el proyecto generara sobre el medio. En esta fase desarrollaremos una primera aproximación al estudio de acciones y efectos, sin entrar en detalles.
4. Identificación de las acciones potencialmente impactantes.
5. Identificación de los factores del medio potencialmente impactados.
6. Identificación de relaciones causa-efecto entre acciones del proyecto y factores de medio. Elaboración de la matriz de Importancia y valoración cualitativa del impacto.



7. Predicción de la magnitud del impacto sobre cada factor.
8. Valoración cuantitativa del impacto ambiental, incluyendo transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables. de calidad ambiental, y suma ponderada de ellos para obtener el impacto total.
9. Definición de las medidas correctoras, precautorias y compensatorias y del programa de vigilancia ambiental, con el fin de verificar y estimar la operatividad de aquellos.
10. Procesos de participación pública, tanto de particulares como agentes sociales y organismos interesados.
11. Emisión del informe final.
12. Decisión del órgano competente.

Las seis primeras corresponden a la valoración cualitativa, y en especial, la segunda mitad. Las fases siete, ocho nueve corresponden a la valoración cuantitativa. Las nueve primeras fases corresponden al EsIA.

Las fases diez y doce no corresponden propiamente al EsIA, sino que forman parte del proceso de la EIA, aunque al estar íntimamente ligadas a aquel, las consideramos incluidas en su estructura.

Obviando las fases siete, ocho y nueve, nos encontramos ante una Evaluación Simplificada. El conjunto de las doce fases nos conduce a la Evaluación Detallada (EIA Detallada).

#### **2.2.10.4. Matriz de Leopold**

La llamada "matriz de Leopold" fue el primer método utilizado para hacer estudios de impacto ambiental en 1971, por el Servicio Geológico de los Estados Unidos.

La matriz fue diseñada para la evaluación de impactos asociados con casi cualquier tipo de proyecto de construcción. Su utilidad principal es como lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre relaciones causa y efecto, pero también es de gran utilidad para la presentación ordenada de los resultados de la evaluación.

El método de Leopold está basado en una matriz de 100 acciones que pueden causar impacto al ambiente y representado por columnas y 88 características y condiciones ambientales representadas por filas. Como resultado, los impactos a ser analizados suman 8,800.

El procedimiento de elaboración e identificación es el siguiente:

- Se elabora un cuadro (fila), donde aparecen las acciones del proyecto.
- Se elabora otro cuadro (columna), donde se ubican los factores ambientales.



- Construir la matriz con las acciones (columnas) y condiciones ambientales (filas).
- Para la identificación se confrontan ambos cuadros se revisan las filas de las variables ambientales y se seleccionan aquellas que pueden ser influenciadas por las acciones del proyecto.
- Evaluar la magnitud e importancia en cada celda, para lo cual se realiza lo siguiente:
  - Trazar una diagonal en las celdas donde puede producirse un impacto.
  - En la esquina superior izquierda de cada celda, se coloca un número entre 1 y 10 para indicar la magnitud del posible impacto (mínima = 1) delante de cada número se colocará el signo (-) si el impacto es perjudicial y (+) si es beneficioso.
  - En la esquina superior derecha colocar un número entre 1 y 10 para indicar la importancia del posible impacto (por ejemplo regional frente a local).
- Adicionar dos filas y dos columnas de celdas de cálculos
  - En la primera celda de cálculo se suma los índices (-) del producto de la magnitud e importancia.
  - En la segunda celda se suma los índices (+) del producto de la magnitud e importancia.
  - Los resultados indican cuáles son las actividades más perjudiciales o beneficiosas para el ambiente y cuáles son las variables ambientales más afectadas, tanto positiva como negativamente.

Para la identificación de efectos de segundo, tercer grado se pueden construir matrices sucesivas, una de cuyas entradas son los efectos primarios y la otra los factores ambientales.

Identificados los efectos se describen en términos de magnitud e importancia.

Acompañar la matriz con un texto adicional.



*Tabla 29. Magnitud negativa e importancia de los efectos.*

Magnitud			Importancia		
Intensidad	Irreversibilidad	Calificación	Duración	Extensión	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1
	Media	-2	Media		+2
	Alta	-3	Permanente		+3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	+4
	Media	-5	Media		+5
	Alta	-6	Permanente		+6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7
	Media	-8	Media		+8
	Alta	-9	Permanente		+9
Muy Alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	+10

Fuente: Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Guillermo Espinoza.

*Tabla 30. Magnitud positiva e importancia de los efectos.*

Magnitud			Importancia		
Intensidad	Irreversibilidad	Calificación	Duración	Extensión	Calificación
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
	Media	+2	Media		+2
	Alta	+3	Permanente		+3
Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
	Media	+5	Media		+5
	Alta	+6	Permanente		+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
	Media	+8	Media		+8
	Alta	+9	Permanente		+9
Muy Alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

Fuente: Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Guillermo Espinoza.



### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. ANÁLISIS POBLACIONAL**

El análisis poblacional se realizó usando el método geométrico, según lo recomienda el INEI, el cual asume que la población crece a una tasa constante en el tiempo. Los datos utilizados para el cálculo de la población son los datos históricos obtenidos de la propia institución educativa.

##### **3.1.1. TASA DE CRECIMIENTO**

Se calculó mediante la ecuación 06, para el lapso de 1982 y 2012.

##### **3.1.2. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN**

La población para el proyecto se proyectó a 20 años, usando el método geométrico y se calculó mediante la ecuación 13.

#### **3.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

##### **1.1.1. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO**

En el reconocimiento del terreno se observó las características físicas de la superficie del terreno, como son: pendiente, colindancia, drenaje, etc. que nos fueron útil para luego determinar la ubicación de la infraestructura necesaria. Además poder observar si existen peligros potenciales que se puedan presentar dentro o en los alrededores del terreno del local escolar.

##### **3.2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

El levantamiento se realizó con una estación total Leica TS02 con sus accesorios además de una brújula, cinta métrica y navegador GPS.

##### **3.2.2. TRABAJO DE GABINETE**

Los datos tomados en campo fueron descargados a una computadora gracias al interfaz de la estación total y luego se importaron al programa Autocad Civil 3D 2010, en el cual se elaboró el plano topográfico así como los cálculos de movimiento de tierras.

#### **3.3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

##### **3.3.1. UBICACIÓN DE CALICATAS**

Las calicatas fueron ubicadas teniendo en cuenta la ubicación prevista para las obras según el plano topográfico.

##### **3.3.2. EXPLORACION Y OBTENCION DE MUESTRAS**

Se excavaron calicatas de forma manual con pico palana y barreta, con dimensiones de 1.20m de ancho, 1.50m de largo y profundidad mínima de



3.00m, suficientes para permitir la excavación y la toma de muestras de cada estrato.

Se obtuvieron muestras alteradas e inalteradas de cada estrato encontrado, las cuales fueron colocadas en su respectivo envase para mantener sus propiedades a ser estudiadas.

### 3.3.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

#### 3.3.3.1. Contenido de humedad ( $w\%$ )

A. Norma aplicable:

- NTP 339.127 (ASTM D2216)

B. Material

- Muestra alterada en recipiente sellado

C. Procedimiento

- Se pesó la tara
- Se pesó la muestra húmeda en la tara ( $W_h+t$ )
- Se secó la muestra en la estufa durante 24 horas a  $105^\circ\text{C}$
- Se pesó la muestra seca en la tara ( $W_s+t$ )
- Se determinó el peso del agua  $W_w = (W_h + t) - (W_s + t)$
- Se determinó el peso de la muestra seca  $W_s = (W_s + t) - W_t$
- Se determinó el contenido de humedad con la ecuación 14.

#### 3.3.3.2. Peso específico de la masa del suelo ( $\gamma_m$ )

A. Material

- Muestra inalterada del estrato en estudio

B. Procedimiento

- Se determinó el peso ( $W_c$ ) y el volumen ( $V_c$ ) del molde cilíndrico.
- Se extrajo la muestra inalterada con el molde cilíndrico del estrato en estudio, enrasar con la espátula y pesar ( $W_h + c$ )
- Se determinó el peso de la muestra inalterada  $W_h = (W_h + c) - W_c$
- Se determinó el Peso Específico de la masa del suelo mediante la ecuación 15.

#### 3.3.3.3. Peso Específico Relativo de Sólidos

A. Norma aplicable

- NTP 339.131 (ASTMD854)

B. Material

- Muestra seca que pase el tamiz N° 04
- Agua

C. Procedimiento

- Se pesó la muestra seca ( $W_s$ )
- Se llenó la fiola con agua hasta la marca de 500 ml y pesar ( $W_{fw}$ )
- Se colocó la muestra seca ya pesada en la fiola vacía y verter agua hasta cubrir la muestra. Agitar, luego conectar a la bomba de vacíos durante 15 minutos
- Se retiró la fiola de la bomba de vacíos, inmediatamente agregar agua hasta la marca de 500 ml y pesar ( $W_{fws}$ )



- Se determinó el peso específico mediante la ecuación 16.

#### 3.3.3.4. Análisis granulométrico

Cuando el material es fino (arcillo limoso) se utiliza el análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.

##### A. Norma aplicable

- NTP 339.128 (ASTM D422)

##### B. Material

- Muestra seca aproximadamente 200 g si es material arcilloso o limoso y 500 g si es material granular que contiene finos

##### C. Procedimiento

- Se secó la muestra.
- Se pesó la muestra seca ( $W_s$ )
- Se colocó la muestra en un recipiente, cubrir con agua y dejar durante algunas horas dependiendo del tipo de material
- Se tamizó la muestra por la malla N° 200 mediante chorro de agua
- La muestra retenida en la malla N° 200 se retiró en un recipiente y se deja secar
- Se pasó la muestra seca por el juego de tamices, agitando en forma manual o mediante tamizador
- Se determinó los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz (%RP)

$$\%RT = \frac{PRT}{W_s} * 100$$

- Se determinó los porcentajes retenidos acumulados en cada tamiz (%RA), para lo cual se sumarán en forma progresiva los %RP, es decir:

$$\%RA1 = \%RP1$$

$$\%RA2 = \%RP1 + \%RP2$$

$$\%RA3 = \%RP1 + \%RP2 + \%RP3$$

Etc.

- Se determinó los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz

$$\% \text{ que pasa} = 100\% - \%RA$$

- Se dibujó la curva granulométrica en escala semilogarítmica.

#### 3.3.3.5. Límite Líquido

##### A. Norma aplicable

- NTP 339.129

##### B. Material

- Suelo seco que pasa la malla N° 40

##### C. Procedimiento

- En una cápsula de porcelana se mezcló el suelo con agua mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme.
- Se colocó una porción de la pasta en la copa de Casagrande, nivelar mediante la espátula hasta obtener un espesor de 1 cm.
- En el centro se hizo una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra queda dividida en dos partes.



- Se elevó y dejó caer la copa mediante la manivela a razón de dos caídas por segundo hasta que las dos mitades de suelo se pusieron en contacto en la parte inferior de la ranura y a lo largo de 1.27 cm., registrar el número de golpes.
- Mediante la espátula se retiró la porción de suelo que se había puesto en contacto en la parte inferior de la ranura y se colocó en una tara para determinar su contenido de humedad.
- Se retiró el suelo remanente de la copa de Casagrande y colocó en la cápsula de porcelana, se agregó agua si el número de golpes del ensayo anterior haya sido alto, o agregó suelo si el número de golpes haya sido bajo (el número de golpes debe estar comprendido entre 6 y 35).
- Se lavó y secó la copa y el acanalador.
- Se repitió el ensayo dos veces más.
- Se dibujó la curva de fluidez (la recta) en escala semilogarítmica.
- Se determinó el Límite Líquido del suelo el cual es el contenido de humedad correspondiente a 25 golpes en la curva de fluidez.

#### **3.3.3.6. Límite plástico**

##### **A. Norma aplicable**

- NTP 339.129

##### **B. Material**

- Una porción de la mezcla preparada para el límite líquido.

##### **C. Procedimiento**

- A la porción de la mezcla preparada para el límite líquido se agregó suelo seco de tal manera que la pasta baje su contenido de humedad.
- Se enrolló la muestra con la mano sobre una placa de vidrio hasta obtener cilindros de 3 mm de diámetro y que presenten agrietamientos, se determinó su contenido de humedad.
- Se repitió el ensayo una vez más.
- El límite plástico es el promedio de los dos valores de contenidos de humedad.

### **3.4. HIDROLOGÍA**

#### **3.4.1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Se consiguió el registro histórico de intensidades de la Estación Agrometeorológica Augusto Weberbauer de la Universidad Nacional de Cajamarca, la cual se ha establecido como estación patrón para transferir los datos a la zona de proyecto.

#### **3.4.2. TRANSFERENCIA DE INTENSIDADES A LA ZONA DEL PROYECTO**

Se realizó mediante el método de altitud media, que consiste en calcular sus intensidades usando la ecuación 20.



### 3.4.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se realizó a través de la prueba de bondad de ajuste, de los datos de la serie de Distribución Gumbel, se utilizó la prueba de ajuste de Smirnov – Kolmogorov. Esta aplicación, calcula además los parámetros de la serie y los parámetros de la distribución, que son los siguientes:

#### 3.4.3.1. Cálculo de los parámetros de la serie de intensidades:

Se obtuvo la Media y la Desviación Estándar.

#### 3.4.3.2. Cálculo de los parámetros de la distribución Gumbel:

Usando las ecuaciones 21 y 22.

#### 3.4.3.3. Prueba de bondad de ajuste

Los resultados que se obtuvieron de la aplicación de las ecuaciones 23 y 24. Los estudios hidrológicos tuvieron un nivel de significación del 5%.

#### 3.4.3.4. Decisión

Si el  $\Delta_{\text{máx}}$  es menor que  $\Delta_0$ , se concluyó que los datos se ajustan a una distribución Gumbel con un nivel de significación del 5%. De no cumplir dicha condición los datos fueron descartados.

### 3.4.4. SIMULACIÓN DEL MODELO PROBABILÍSTICO DE GUMBEL

Se efectuó la simulación del modelo para duraciones entre 5, 10, 30, 60 y 120 minutos, teniendo en cuenta los parámetros de diseño según las ecuaciones 26, 27, 28 y la vida útil del proyecto. Se eligió las intensidades considerando el periodo de retorno de las estructuras a diseñar.

### 3.4.5. INTENSIDADES

Se graficó la Curva Intensidad vs. Tiempo y se ajustó a una curva estadística, luego utilizando la ecuación de ajuste hallamos los nuevos valores de las intensidades para la zona de proyecto.

## 3.5. HIDRÁULICA

### 3.5.1. CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de diseño se obtuvo utilizando el Método Racional, mediante la ecuación 29.

Para el cálculo de la intensidad interviene el Tiempo de Concentración, expresado en la ecuación de la longitud y pendiente del tramo que recorrerá el agua.

El coeficientes de escorrentía usados fue de 0.95 y las áreas tributarias tanto de techos como de las áreas a drenar, fueron obtenidas de los planos respectivos.

### 3.5.2. DISEÑO DE LA SECCIÓN DE CANALETAS

Se realizó usando la expresión de Manning 31 y 32, teniendo en cuenta los coeficientes de rugosidad según el material a usar.



### 3.6. PROYECTO ARQUITECTÓNICO

Se desarrolló teniendo en cuenta los diferentes criterios de arquitectura armonizados con los de diseño de ingeniería y las condiciones existentes como amplitud y forma del terreno, altura máxima, orientación, entre otros aspectos. El diseño se ha realizado según las recomendaciones dadas en los documentos: "Normas técnicas para el diseño de locales escolares de educación básica regular. Primaria – Secundaria." y "Criterios normativos para el diseño de locales de educación básica regular", especialmente la parte de Criterios de diseño, Criterios de Confort y Criterios de Seguridad.

### 3.7. PROYECTO ESTRUCTURAL

#### 3.7.1. PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Se calculó mediante las ecuaciones presentadas en el ítem 2.1.7.3., según corresponda al elemento estructural, ya sean: losas, vigas, escaleras, columnas, zapatas, vigas de cimentación.

#### 3.7.2. ESTRUCTURACIÓN Y METRADO DE CARGAS

##### 3.7.2.1. Estructuras de Concreto Armado

Se tuvo en cuenta lo estipulado en las normas E.020 del RNE y los criterios obtenidos de los libros en referencia.

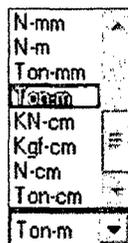
#### 3.7.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

##### 3.7.3.1. Método de análisis

Se creó un modelo tridimensional en base a las características de la estructura que se quiere representar; para eso se usó el programa informático ETABS, la cual es una herramienta de gran uso y aceptación, que permite analizar y diseñar estructuras reticulares entre otras.

##### a. Configuración previa del modelo

1º). Se estableció el sistema de unidades a emplear. Elegimos Tn-m, sabiendo que luego se puede cambiar a necesidad de usuario.





2º). Se definió las líneas de guía para el dibujo de los elementos:

Grid Dimensions (Plan)

Uniform Grid Spacing

Number Lines in X Direction: 7

Number Lines in Y Direction: 2

Spacing in X Direction: 4.225

Spacing in Y Direction: 7.75

Custom Grid Spacing

Story Dimensions

Simple Story Data

Number of Stories: 3

Typical Story Height: 3

Bottom Story Height: 3.90

Custom Story Data

Units: Ton-m

Add Structural Objects

Steel Deck, Staggered Truss, Flat Slab, Flat Slab with Perimeter Beams, Waffle Slab, Two Way or Ribbed Slab, Grid Only

OK, Cancel

3º). Se editó estas líneas de guía en el plano XY y en altura, según nuestro proyecto:

Edit Format

X Grid Data

Grid ID	Coordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	0	Primary	Show	Top	
2	4.225	Primary	Show	Top	
3	8.45	Primary	Show	Top	
4	12.675	Primary	Show	Top	
5	16.9	Primary	Show	Top	
6	21.125	Primary	Show	Top	
7	25.35	Primary	Show	Top	
8					
9					
10					

Y Grid Data

Grid ID	Coordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	C	Primary	Show	Left	
2	B	Primary	Show	Left	
3	A	Primary	Show	Left	
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Units: Ton-m

Display Grids as:

Ordinates  Spacing

Hide All Grid Lines

Glue to Grid Lines

Bubble Size: 0.8

Reset to Default Color

Reorder Ordinates

OK, Cancel





b. Modelo estructural

1º). Se definió los materiales a ser usado en el modelo estructural como son concreto y albañilería.

Material Property Dialog Box for Concrete (CONC210):

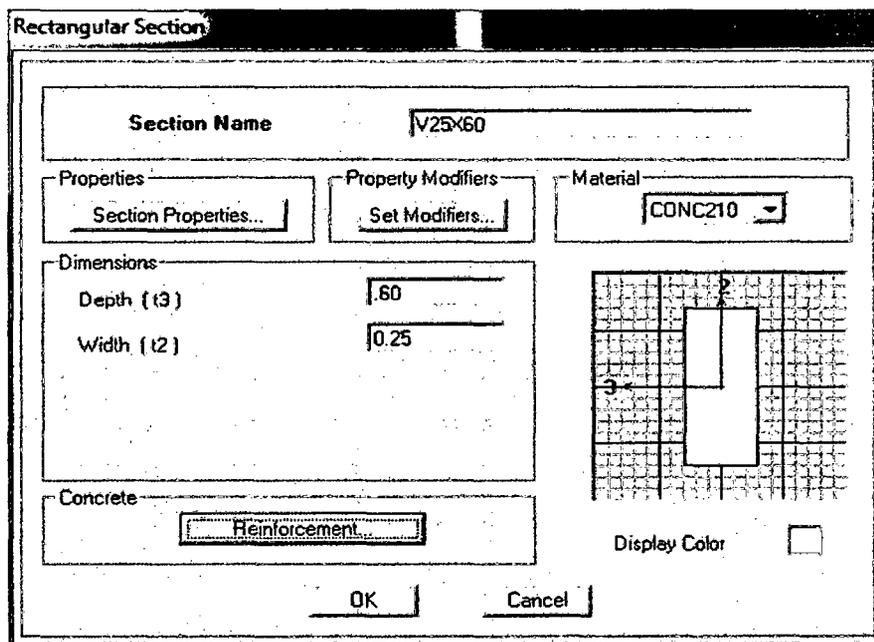
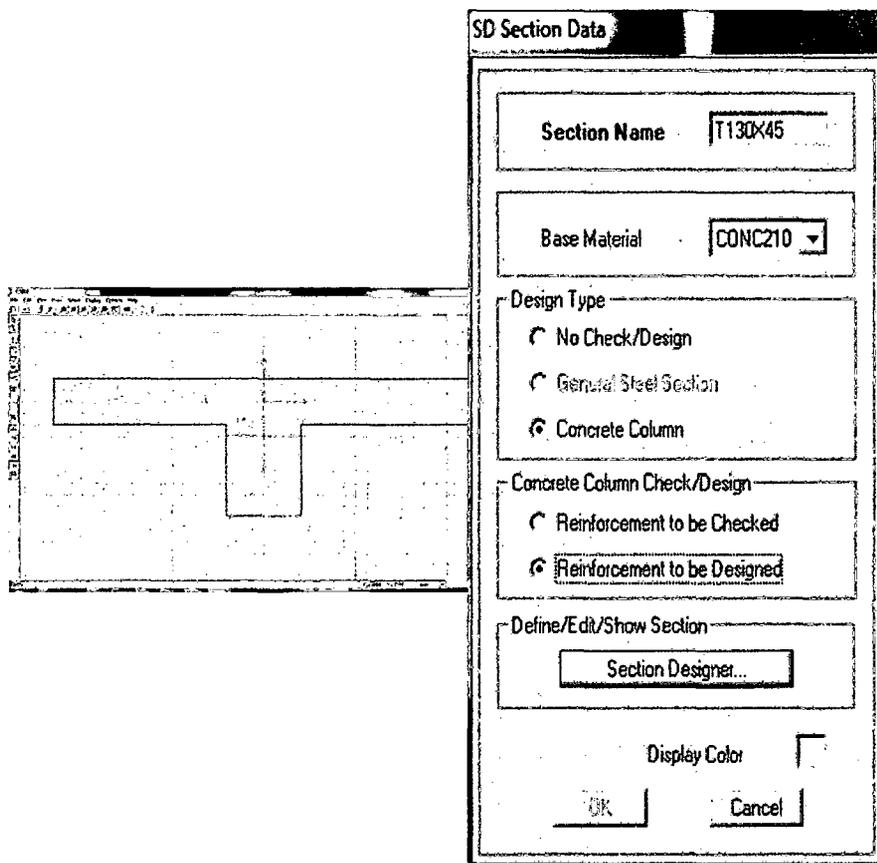
Material Name: CONC210	Display Color: Color [Black]
Type of Material: <input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic	Type of Design: Design [Concrete]
Analysis Property Data: Mass per unit Volume: 0.245 Weight per unit Volume: 2.4 Modulus of Elasticity: 2173706.5119 Poisson's Ratio: 0.25 Coeff of Thermal Expansion: 9.900E-06 Shear Modulus: 1054604.44	Design Property Data (ACI 318-08/IBC 2009): Specified Conc Comp Strength, f <sub>c</sub> : 2100 Bending Reinf. Yield Stress, f <sub>y</sub> : 42000 Shear Reinf. Yield Stress, f <sub>ys</sub> : 42000 <input type="checkbox"/> Lightweight Concrete Shear Strength Reduc. Factor: [ ]
OK	Cancel

Material Property Dialog Box for Masonry (ALB):

Material Name: ALB	Display Color: Color [Black]
Type of Material: <input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic	Type of Design: Design [None]
Analysis Property Data: Mass per unit Volume: 0.194 Weight per unit Volume: 1.9 Modulus of Elasticity: 225000 Poisson's Ratio: 0.25 Coeff of Thermal Expansion: 1.170E-05 Shear Modulus: 7841930.5	Design Property Data: [Empty]
OK	Cancel



2º). Se definió las secciones para los elementos estructurales, como secciones de vigas, columnas, vigas de borde:





Section Name: M23

Material: ALB

Thickness:

- Membrane: 0.23
- Bending: 0.23

Type:

- Shell
- Membrane
- Plate
- Thick Plate

Load Distribution:

- Use Special One-Way Load Distribution

Buttons: Set Modifiers..., Display Color , OK, Cancel

Nonprismatic Section Name: VOLADO Display Color

Start Section	End Section	Length	Length Type	EI33 Variation	EI22 Variation
V25x60	V25x20	1	Variable	Linear	Linear

Buttons: Add, Insert, Modify, Delete, OK, Cancel



3º). Se definió la sección transversal de la losa aligerada:

Section Name: ALIG20

Type:  
 Filled Deck  
 Unfilled Deck  
 Solid Slab

Geometry:  
Slab Depth (tc): .05  
Deck Depth (hr): .15  
Rib Width (wr): .1  
Rib Spacing (Sr): .4

Material:  
Slab Material: CONC210  
Deck Material: [ ]  
Deck Shear Thick: [ ]

Composite Deck Studs:  
Diameter: 0.0191  
Height (hs): 0.1524  
Tensile Strength, Fu: 45699.526

Metal Deck Unit Weight:  
Unit Weight/Area: 0.09

Buttons: OK, Cancel

Diagram labels: tc, hr, wr, Sr

4º). Se asignó las condiciones de apoyo de la estructura:

Assign Restraints

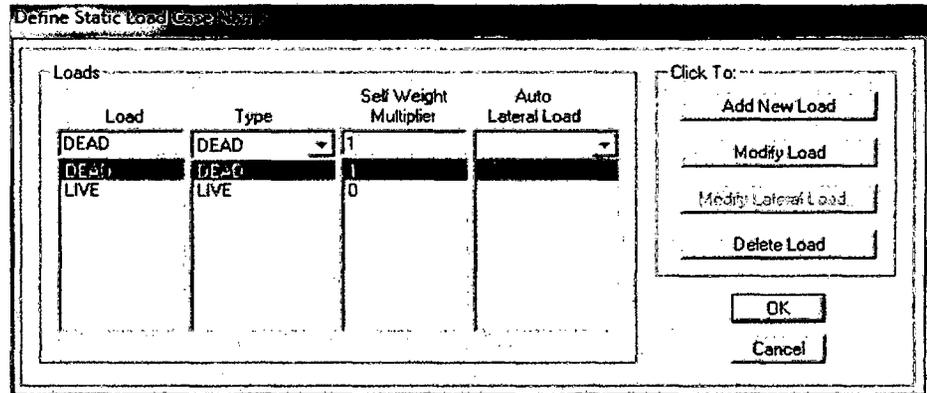
Restraints in Global Directions:  
 Translation X  
 Translation Y  
 Translation Z  
 Rotation about X  
 Rotation about Y  
 Rotation about Z

Fast Restraints:  
[ ] [ ] [ ] [ ]

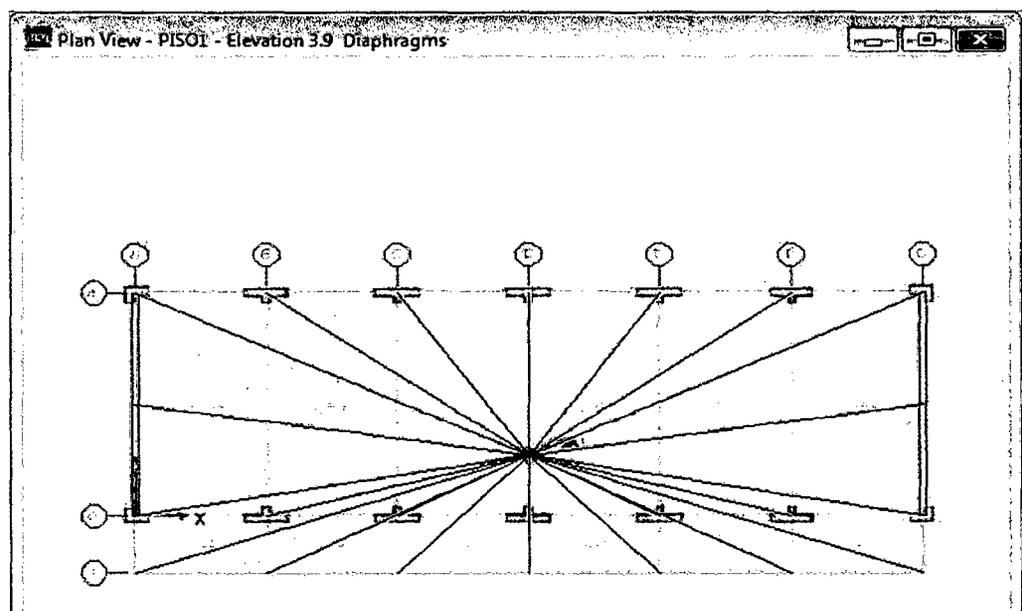
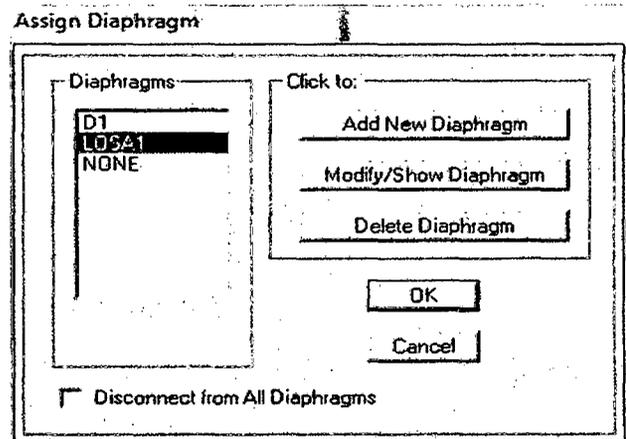
Buttons: OK, Cancel



5°). Se definió los tipos de carga estáticos a considerar en el análisis de la estructura:



6°). Se definió y asignó los diafragmas rígidos a la estructura:





7º). Se asignó las cargas en las losas a la estructura:

Uniform Surface Loads

Load Case Name: DEAD Units: Ton-m

Uniform Load: Load: 0.1 Direction: Gravity

Options:  Add to Existing Loads  Replace Existing Loads  Delete Existing Loads

Buttons: OK, Cancel

Uniform Surface Loads

Load Case Name: LIVE Units: Ton-m

Uniform Load: Load: 0.4 Direction: Gravity

Options:  Add to Existing Loads  Replace Existing Loads  Delete Existing Loads

Buttons: OK, Cancel

8º). Se definió las fuentes de masa, teniendo mucho cuidado en no duplicar las masas en lo referente al peso propio de los materiales.

Define Mass Source

Mass Definition:  From Self and Specified Mass  From Loads  From Self and Specified Mass and Loads

Load	Multiplier
LIVE	0.5
DEAD	1
LIVE	0.5

Buttons: Add, Modify, Delete

Options:  Include Lateral Mass Only  Lump Lateral Mass at Story Levels

Buttons: OK, Cancel



9º). Se definió la función de Espectro de Pseudo Aceleración, según los parámetros de la norma peruana de diseño sismorresistente.

Response Spectrum Function Definition

Function Name: E030      Function Damping Ratio: 0.05

Define Function

Period	Acceleration
0.1	2.58
0.2	2.58
0.3	2.58
0.4	2.58
0.5	2.58
0.6	2.58
0.7	2.58
0.8	2.58
0.9	2.58

Buttons: Add, Modify, Delete

Function Graph

Display Graph      (9.4422 , 0.2458)

OK      Cancel

10º). Se definió los casos dinámicos de análisis para el eje X e Y.

Response Spectrum Case Data

Spectrum Case Name: EX

Structural and Function Damping

Damping: 0.05

Modal Combination

CQC     SRSS     ABS     GMC

11      12

Directional Combination

SRSS     ABS    Orthogonal SF: \_\_\_\_\_

Input Response Spectra

Direction	Function	Scale Factor
U1	E030	1
U2		
UZ		

Excitation angle: 0

Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.): 0

Override Diaph. Eccen.      Override...

OK      Cancel



Response Spectrum Case Data

Spectrum Case Name: EY

Structural and Function Damping  
Damping: 0.05

Modal Combination  
 CQC  SRSS  ABS  GMC  
f1:  f2:

Directional Combination  
 SRSS  ABS Orthogonal SF:

Input Response Spectra

Direction	Function	Scale Factor
U1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
U2	<input type="text"/>	1
U3	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Excitation angle: 0

Eccentricity  
Ecc. Ratio (All Diaph.): 0  
Override Diaph. Eccen.: Override...

OK Cancel

11º). Se definió las combinaciones de carga.

Load Combination Data

Load Combination Name: COMB1

Load Combination Type: ADD

Define Combination

Case Name	Scale Factor
LIVE Static Load	1.7
DEAD Static Load	1.4
LIVE Static Load	1.7

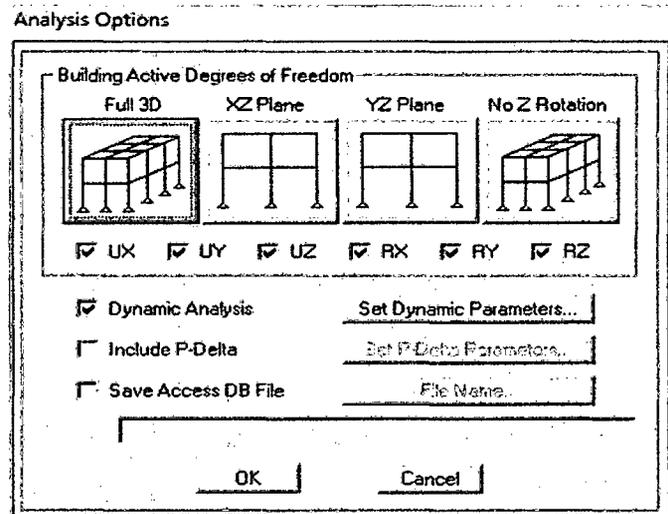
Add  
Modify  
Delete

OK Cancel



### c. Análisis estructural

1º). Se definió las opciones de análisis, verificando que esté activo Full 3D.

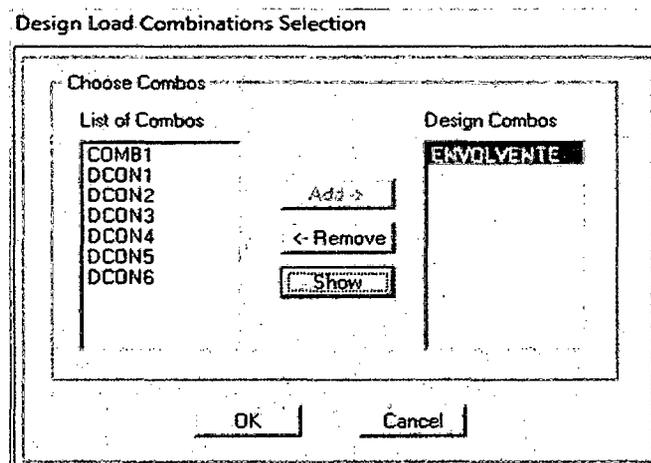


2º). Se analizó la estructura haciendo clic en el ícono Run.

### 3.7.4. DISEÑO ESTRUCTURAL

#### 3.7.4.1. Diseño por flexión de vigas y columnas

1º). Se seleccionó la combinación envolvente por ser la que más altos resultados nos arroja para diseñar.





2°). Se seleccionó el código de diseño que más se asemeja a las normas peruanas, este es el ACI 318-99.

Concrete Frame Design Preferences

Design Code	ACI 318-99
Number of Interaction Curves	24
Number of Interaction Points	11
Consider Minimum Eccentricity	Yes
Phi (Bending-Tension)	0.9
Phi (Compression Tied)	0.7
Phi (Compression Spiral)	0.75
Phi (Shear)	0.85
Pattern Live Load Factor	0.75
Utilization Factor Limit	0.95

OK

Cancel

### 3.7.4.2. Diseño de muros de albañilería

El diseño se efectuó usando secuencialmente las ecuaciones del ítem F del punto 2.1.7.6, para el dimensionamiento y elementos de arriostre.

### 3.7.4.3. Diseño de Losas aligeradas

- Se hizo el modelo y se realizó el análisis estructural para encontrar los momentos flectores positivos y negativos y el diseño mediante el programa Etabs.
- La verificación por corte se efectuó usando las fórmulas del ítem C del punto 2.1.7.6

### 3.7.4.4. Diseño de escalera

- Se hizo el modelo y se realizó el análisis estructural de los tramos para encontrar los momentos flectores positivos y negativos y el diseño, mediante el programa Etabs.

### 3.7.4.5. Diseño de zapatas aisladas

- Las reacciones en los apoyos se determinó en el modelo de la estructura hecho en el programa Etabs.
- Se hizo el modelo y se realizó el análisis estructural para encontrar los momentos, fuerzas y el diseño mediante el programa Safe.
- La verificación del diseño como verificar la longitud de desarrollo, transferencia de esfuerzos, etc. se efectuó usando las fórmulas del ítem D del punto 2.1.7.6

### 3.7.4.6. Diseño de cimientos corridos

- Se efectuó el Metrado de cargas por metro lineal.
- Se calculó el ancho del cimiento según la ecuación 85.

### 3.7.4.7. Diseño de muros de albañilería no portantes

A. Dimensionamiento del muro y diseño de los elementos de arriostre



- Se efectuó mediante las ecuaciones del ítem F del punto 2.1.7.6.

### B. Diseño de cimentación de cercos

- Se realizó usando las ecuaciones del ítem G del punto 2.1.7.6

## 3.8. DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

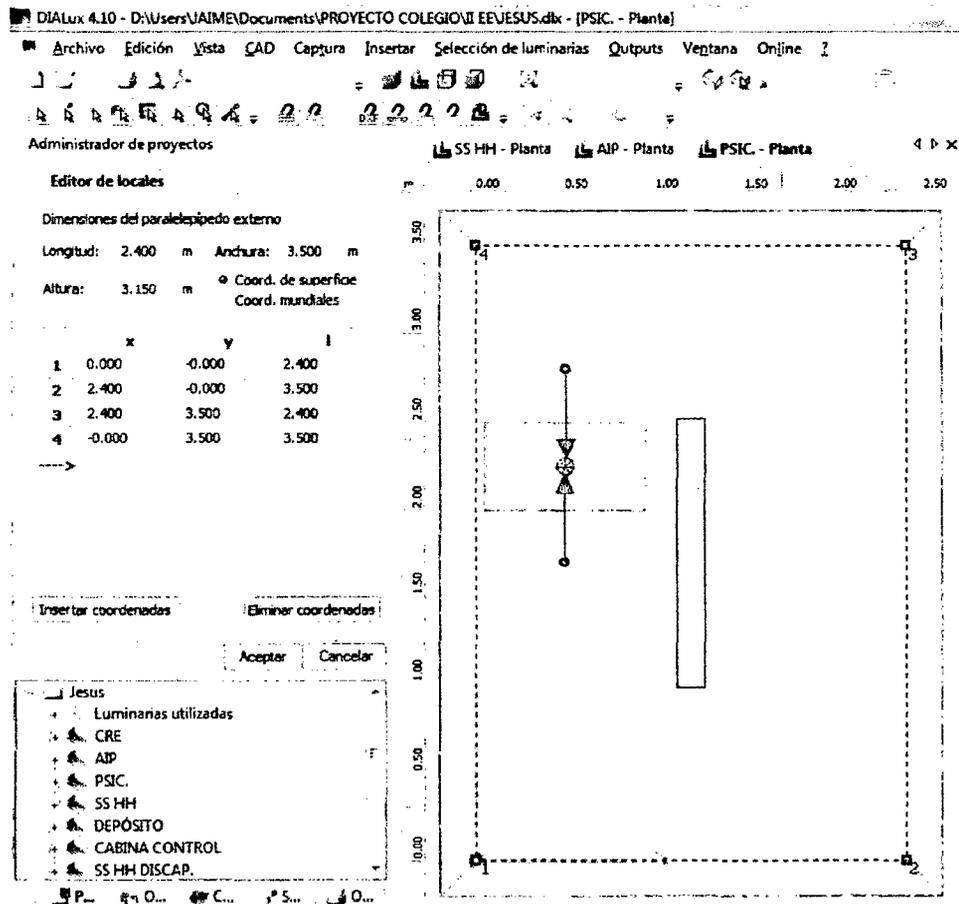
### 3.8.1. ILUMINACION EN INTERIORES

#### 3.8.1.1. Método de análisis

En el presente proyecto se utilizó el programa de computadora DIALUX v4.0 y el procedimiento se presenta a continuación.

##### a. Geometría del Local

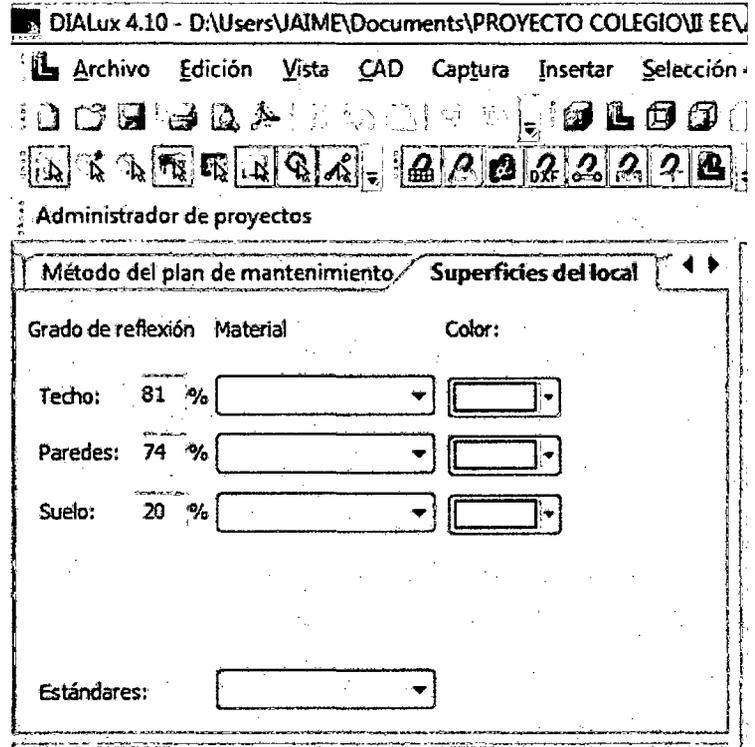
- Se ingresó la geometría del local, incluyendo cielorrasos inclinados o vigas peraltadas si fuera el caso, así como la ubicación de luminarias y planos de trabajo.





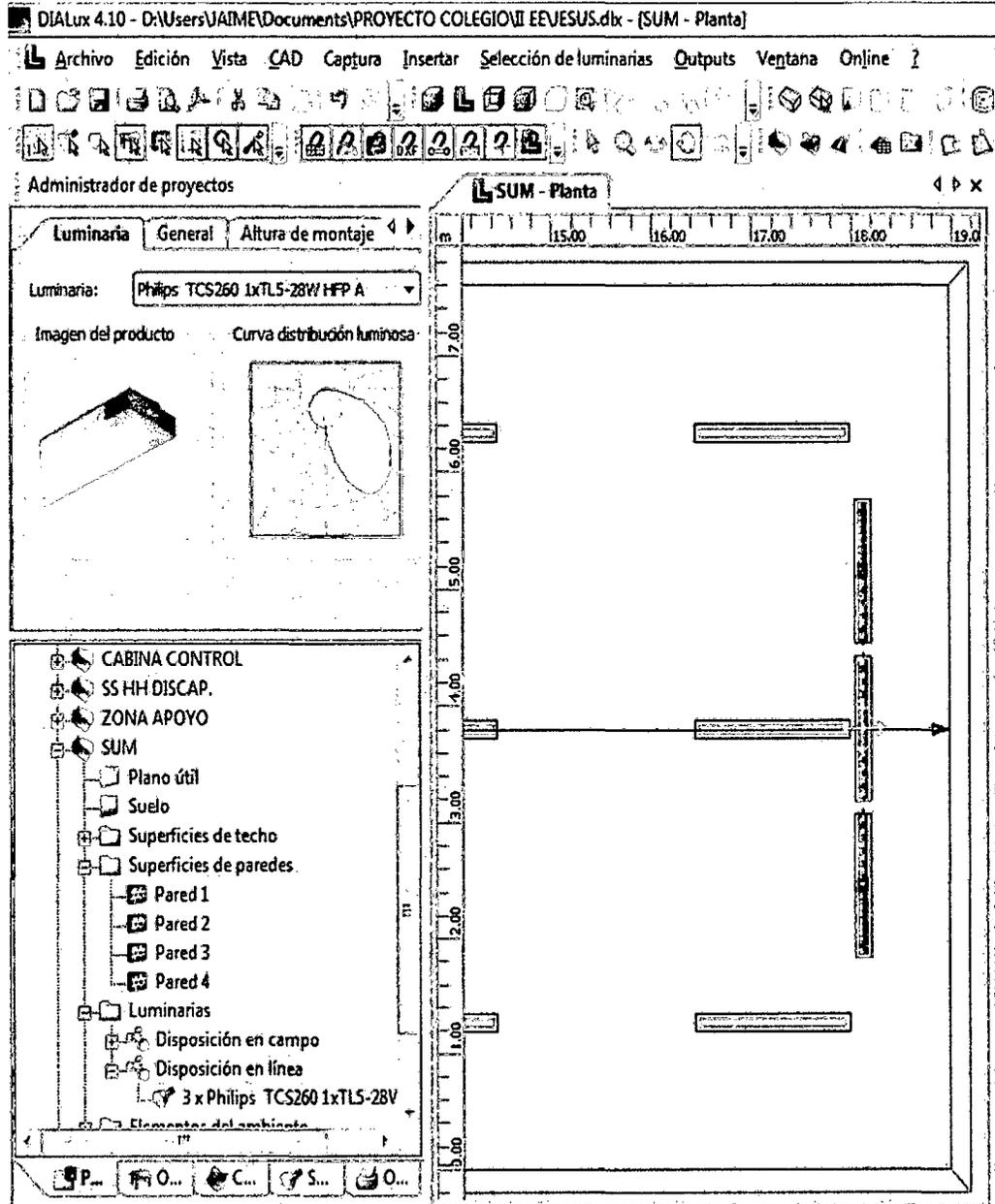
b. Características del local

- Se ingresó las características propias del local como color, factor de degradación. Según esto se configuró de manera general los factores de reflexión de las superficies.





- Se ingresó las características de las luminarias y lámparas apropiadas para las actividades propias del local según su distribución luminosa y el nivel de iluminancia requerido.





- Se llevó a cabo el cálculo con los datos anteriormente ingresados y verificó que cumpla con los parámetros de iluminancia y uniformidad de ésta.

DIALux 4.10 - D:\Users\VAIME\Documents\PROYECTO COLEGIO DE JESUS.dlx - [Resumen]

Archivo Edición Vista CAD Captura Insertar Selección de luminarias Outputs Ventana Online ?

Administrador de proyectos Resumen

Output trama Isolíneas Formato Esca

Intervalo  Auto  Libre  
Intervalo Libre  
Número: 6 Nuevo: 0.00  
Valor de inicio: 0.00  
Ancho: 0.00

Colores falsos

PSIC. / Resumen

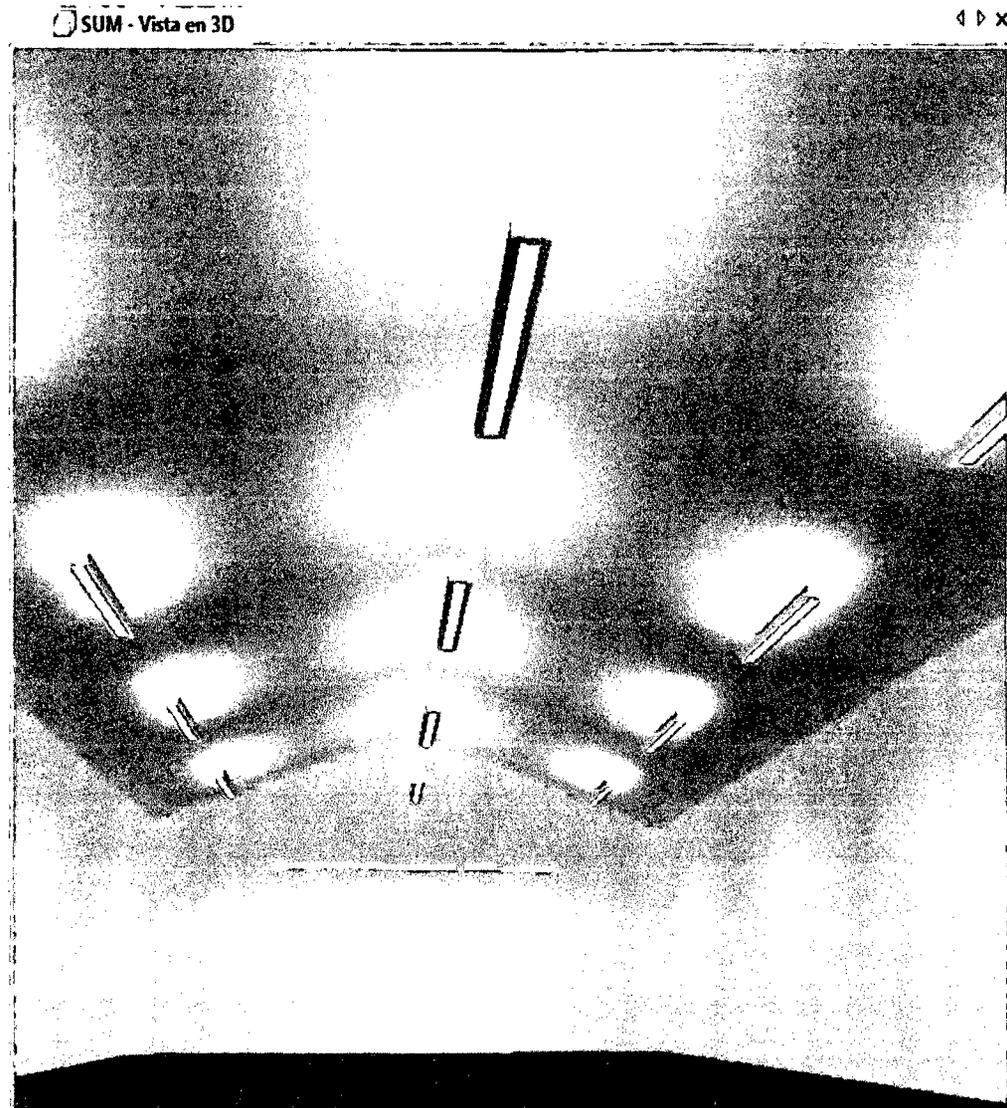
Altura del local: 3.150 m, Altura de montaje: 2.550 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	415	219	598	0.528
Suelo	20	309	241	367	0.782
Techo	81	297	96	1102	0.324
Paredes					



- Se obtuvo una vista en tres dimensiones de la distribución luminosa para tener una mejor perspectiva de ésta.



### 3.8.2. CIRCUITOS DE FUERZA

- Se determinó la intensidad de corriente. Ecuación 124.
- Se determinó la intensidad de diseño. Ecuación 125.
- Se determinó la sección del conductor mediante las especificaciones técnicas del material y el tipo de conductor a usar.
- Se comprobó la caída de tensión para la sección de conductor. Ecuación 126.
- Se determinó el diámetro de la tubería de conducción de los circuitos eléctricos en base al número de cables que irán a pasar por estos. Cuadro 9.



- Se seleccionó el amperaje de la llave de control, según la intensidad de diseño calculada.

### 3.8.3. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

- Se calculó la resistividad del material a usar mediante la ecuación 127.
- Se verificó que el resultado obtenido cumpla con los requerimientos del RNE y el Código Nacional de Electricidad.

## 3.9. DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS

### 3.9.1. SISTEMA DE AGUA FRÍA

#### 3.9.1.1. Dotación de agua

- Se calculó la población de diseño con el método del interés compuesto, con los datos proporcionados por el INEI de los censos de población y vivienda.
- Se obtuvieron las dotaciones según el uso de los ambientes del edificio y la población usuaria. Estos valores se encuentran en el RNE Norma IS.010.

#### 3.9.1.2. Almacenamiento

- Se determinó el consumo medio, diario y horario de agua según la población beneficiada.
- De acuerdo al volumen máximo diario, se seleccionó el volumen de los recipientes de almacenamiento a necesitarse para el edificio.

#### 3.9.1.3. Redes de distribución

- Se seleccionó el sistema de distribución a utilizar.
- Se determinó el ramal más desfavorable de la red de agua.
- Se dibujó la geometría de dicho ramal y separarlo por tramos.
- Se Calculó el número de unidades HUNTER que influye en cada tramo, en función del tipo de aparato sanitario. Cuadros 17 y 18
- Se transformó el número de unidades HUNTER de cada tramo a gasto en lts/seg. haciendo uso del cuadro 19.
- Se calculó el diámetro interior de la tubería, sin que este sobrepase la velocidad máxima, ni que sea inferior a la velocidad mínima, permisibles y de acuerdo a la ecuación 128.
- Se calculó la velocidad asumiendo un diámetro cualquiera; si esta velocidad está comprendida entre la mínima y máxima velocidad permisible, se adoptó dicho diámetro, en caso contrario se aumentó o disminuyó el mismo, hasta que satisfagan los requerimientos de velocidad permisible y diámetro comercial.
- Se calculó la pérdida de carga por fricción por metro lineal de tubería de cada tramo, teniendo presente las ecuaciones 129, 130,131.



- Se midió en el plano las longitudes reales de los diferentes tramos y contabilizó el número de accesorios: codos, tees, válvulas existentes en cada tramo y transformarlos en longitud equivalente de tubería y adicionó a la longitud real de tubería de cada tramo.
- Se calculó la pérdida de carga total, la misma que es igual a la pérdida de carga por metro lineal, multiplicado por la longitud total de la tubería de cada tramo.
- Se calculó la pérdida de carga por altura de aparato más desfavorable, que en realidad viene a ser la altura de dicho aparato respecto del nivel de la tubería de alimentación.

### **3.9.2. SISTEMA DE DESAGÜE Y VENTILACIÓN**

- Se elaboró teniendo en cuenta las unidades de descarga y las recomendaciones dadas en el ítem 2.1.9.3 y 2.1.9.4.

### **3.9.3. SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA**

- Se realizó teniendo en cuenta el punto 2.1.5 Hidráulica y el ítem 2.1.9.5.

## **3.10. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

La evaluación de impacto ambiental se realizó teniendo en cuenta el ítem 2.1.10.



#### 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

##### 4.1. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO

###### 4.1.1. Análisis de la población estudiantil

La población estudiantil presenta dos periodos notablemente marcados, el primero que va desde el año 2,000 hasta el 2,003, donde se observa un crecimiento y el segundo desde 2,003 hasta 2012, donde se observa una disminución del alumnado. Se ha utilizado el método geométrico por ser el que mejor se adapta a la realidad, ya que el crecimiento depende de su población.

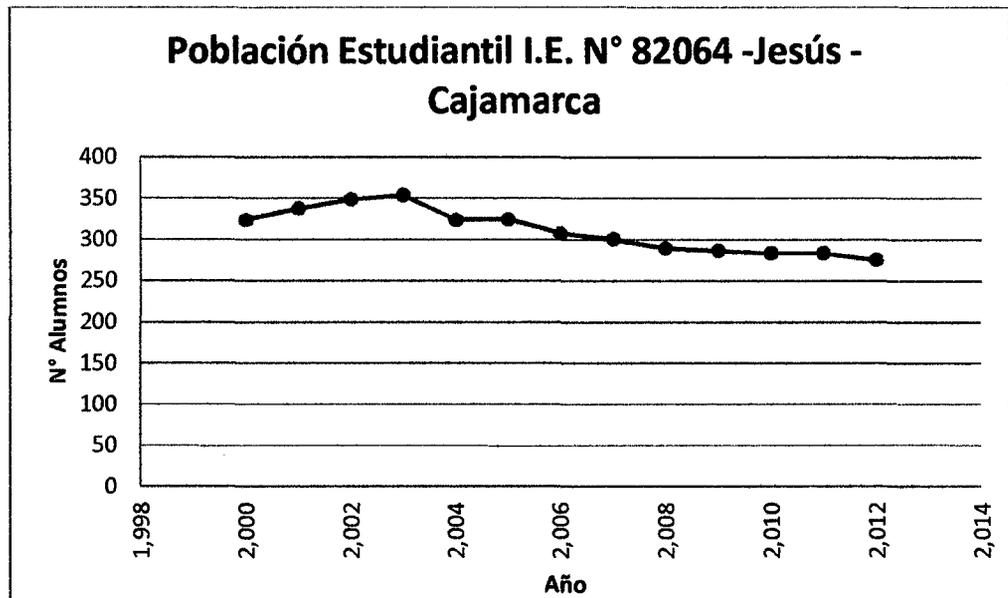


Fig. 8. Población estudiantil I. E. N° 82064 - Jesús - Cajamarca

###### ▪ Población Actual

La población estudiantil al año 2,012 es 276 alumnos, población que ha ido decreciendo desde el año 2,003; este decrecimiento es una tendencia a nivel nacional, los pobladores de la parte rural y poblados pequeños parten hacia las ciudades en busca de oportunidades.

###### ▪ Tasa de Crecimiento

La tasa promedio de crecimiento tiene un valor de 3%, calculada en el primer periodo, es decir cuando la población estudiantil aumentaba; pero la tendencia es una tasa de crecimiento negativo de -1.33% para la población estudiantil y una tasa de -0.14% para el distrito de Jesús. Para el presente trabajo se optó por trabajar con la segunda, por ser más conservadora.



▪ **Población Futura**

Al proyectar la población actual de 276 alumnas a veinte años, ésta sería de 265 alumnas. La población futura determinada nos servirá de base para proyectar los ambientes necesarios para el correcto desarrollo de sus actividades escolares.

**4.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

Del modelo topográfico se obtuvieron las siguientes características del terreno:

*Tabla 31. Características del terreno.*

Área del terreno	4,691.38 m <sup>2</sup> (0.47 Ha.)
Área construida existente	955.31 m <sup>2</sup>
Perímetro	308.26 m
Pendiente media	4.35% (Topografía plana)

Fuente: Elaboración propia.

**4.3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**4.3.1. Ensayos de laboratorio**

*Tabla 32. Resumen de ensayos de suelos (Parte I)*

Calicata	Estrato	Contenido Humedad %	Peso Especifico g/cm <sup>3</sup>	Límites de consistencia		Granulometría		
				Límite Líquido	Límite Plástico	% pasa		
						N° 10	N° 40	N° 200
C1	E1	21.04	2.04	46.13	21.62	98.40	95.24	68.69
	E2	8.71	2.27	35.51	18.59	99.13	94.11	56.36
C2	E1	19.96	2.13	32.58	20.25	97.58	94.93	67.29
	E2	18.56	2.38	41.94	18.27	97.49	90.29	56.27
C3	E1	14.73	2.13	43.40	16.57	98.02	95.33	68.69
	E2	22.12	2.33	32.00	17.83	95.93	90.47	58.82

Fuente: Elaboración propia.

*Tabla 33. Resumen de ensayos de suelos (Parte II)*

Calicata	Estrato	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	
			Simbología	Nombre de Grupo
C1	E1	24.51	CL	Arcilla Ligera Arenosa
	E2	16.92	CL	Arcilla Ligera Arenosa
C2	E1	12.33	CL	Arcilla Ligera Arenosa
	E2	23.67	CL	Arcilla Ligera Arenosa
C3	E1	26.84	CL	Arcilla Ligera Arenosa
	E2	14.16	CL	Arcilla Ligera Arenosa

Fuente: Elaboración propia.



### 4.3.2. Perfiles estratigráficos

**Tabla 34. Perfil estratigráfico de la calicata C1**

Estrato	Profundidad (m)	Clasificación SUCS		Descripción	Plasticidad		Humedad (%)
		Símbolo SUCS	Gráfico		LL (%)	IP (%)	
E0	0.25	Pt		Suelo orgánico			
E1	0.80	CL		Arcilla arenosa, color marrón oscuro.	46.13	24.51	21.04
E2	1.10	CL		Arcilla arenosa, color marrón oscuro.	35.51	16.92	8.71
E3	3.55			Roca blanda, color blanquecino.			

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 35. Perfil estratigráfico de la calicata C2**

Estrato	Profundidad (m)	Clasificación SUCS		Descripción	Plasticidad		Humedad (%)
		Símbolo SUCS	Gráfico		LL (%)	IP (%)	
E0	0.45	Pt		Suelo orgánico			
E1	0.75	CL		Arcilla arenosa, color marrón oscuro.	32.58	12.33	19.96
E2	1.15	CL		Arcilla arenosa, color marrón oscuro.	41.94	23.67	18.56
E3	3.65			Roca blanda, color blanquecino.			

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 36. Perfil estratigráfico de la calicata C3**

Estrato	Profundidad (m)	Clasificación SUCS		Descripción	Plasticidad		Humedad (%)
		Símbolo SUCS	Gráfico		LL (%)	IP (%)	
E0	0.40	Pt		Suelo orgánico			
E1	0.80	CL		Arcilla arenosa, color marrón oscuro.	43.40	26.84	14.73
E2	1.25	CL		Arcilla arenosa, color marrón oscuro.	32.00	14.16	22.12
E3	3.50			Roca blanda, color blanquecino.			

Fuente: Elaboración propia.



Al momento de la excavación y a las 48 horas después de éste no se observó la existencia de agua freática en las excavaciones.

#### 4.3.3. Capacidad portante

El estrato donde se apoyará la estructura (E3) es una roca blanda, que fue extraída y observada por especialistas en geología, los cuales concuerdan que se trata de una roca marga con un considerable contenido de carbonato de calcio, por su reacción violenta al ácido clorhídrico. Además se aprecia un alto grado de meteorización principalmente por hidratación.

Para estimar la capacidad última se debe tener en cuenta su respuesta a algunos índices de dureza y resistencia al impacto de martillo. A continuación se presentan los cuadros de identificación.

*Tabla 37. Estimación aproximada y clasificación de la resistencia a compresión simple de suelos y rocas a partir de índices de campo*

Clase	Descripción	Identificación de campo	Aproximación al rango resistencia a compresión simple (MPa)
S <sub>1</sub>	Arcilla muy blanda	El puño penetra fácilmente varios cm.	< 0,025
S <sub>2</sub>	Arcilla débil	El dedo penetra fácilmente varios cm.	0,025-0,05
S <sub>3</sub>	Arcilla firme	Se necesita una pequeña presión para hincar el dedo.	0,05-0,1
S <sub>4</sub>	Arcilla rígida	Se necesita una fuerte presión para hincar el dedo.	0,1-0,25
S <sub>5</sub>	Arcilla muy rígida	Con cierta presión puede marcarse con la uña.	0,25-0,5
S <sub>6</sub>	Arcilla dura	Se marca con dificultad al presionar con la uña.	> 0,5
R <sub>0</sub>	Roca extremadamente blanda	Se puede marcar con la uña.	0,25-1,0
R <sub>1</sub>	Roca muy blanda	La roca se desmenuza al golpear con la punta del martillo. Con una navaja se talla fácilmente.	1,0-5,0
R <sub>2</sub>	Roca blanda	Se talla con dificultad con una navaja. Al golpear con la punta del martillo se producen pequeñas mareas.	5,0-25
R <sub>3</sub>	Roca moderadamente dura	No puede tallarse con la navaja. Puede fracturarse con un golpe fuerte del martillo.	25-50
R <sub>4</sub>	Roca dura	Se requiere más de un golpe con el martillo para fracturarla.	50-100
R <sub>5</sub>	Roca muy dura	Se requieren muchos golpes con el martillo para fracturarla.	100-250
R <sub>6</sub>	Roca extremadamente dura	Al golpearlo con el martillo sólo saltan esquirlas.	> 250

Fuente: Ingeniería Geológica. Luis Gonzalo de Vallejo. Pearson Education. Madrid 2002.



**Tabla 38. Clasificación de las rocas a partir de su resistencia a compresión simple**  
 Clasificación de las rocas a partir de su resistencia a compresión simple

Resistencia a la compresión simple (MPa)	ISRM (1981)	Geological Society of London (1970)	Bieniawski (1973)	Ejemplos
< 1			Suelos	
1-5	Muy blanda	Blanda > 1,25	Muy baja	Sal, Lilita, limolita, margá, toba, carbón.
5-12,5	Blanda	Moderadamente blanda		
12,5-25		Moderadamente dura	Baja	Esquisto, pizarra.
25-50	Moderadamente dura	Dura	Media	Rocas metamórficas esquistosas, mármol, granito, gneiss, arenisca, caliza porosa.
50-100	Dura	Muy dura	Alta	Rocas ígneas y metamórficas duras, arenis muy cementada, caliza, dolomía.
100-200	Muy dura	Extremadamente dura	Muy alta	Cuarcita, gabra, basalto.
> 200	Extremadamente dura			
> 250				

Fuente: Ingeniería Geológica. Luis Gonzalo de Vallejo. Pearson Education. Madrid 2002.

La muestra de roca se encuentra en la clase R1 (Tabla 37), entonces es una roca muy blanda y su resistencia según la Tabla 38 varía de 1 a 5 MPa, tomando en cuenta su grado de meteorización y que está expuesta a la humedad gran parte del año se toma conservadoramente como capacidad última el valor de 1 MPa (10Kg/cm<sup>2</sup>). Aplicando el factor de seguridad de 0.25 (E.050) se obtiene la capacidad admisible de 4Kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

##### 4.4.1. Recopilación de intensidades

La Estación Patrón utilizada para la transposición de Intensidades a la Zona de Estudio es la que se detalla a continuación:

Obtenida del Proyecto Profesional "Mejoramiento del Servicio Educativo Primaria de la I. E. N° 80152, del caserío de Puente Piedra, Distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad" presentado por la Bach. Adriana Cecilia Espejo Chavarría, Universidad Nacional de Cajamarca 2013.

##### REGISTRO DE INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/h).

ESTACIÓN	Augusto Weberbauer-UNC		
Altitud	2675 msnm	Departamento :	Cajamarca
Longitud	78° 30'	Provincia :	Cajamarca
Latitud	07° 10'	Distrito :	Cajamarca



Tabla 39. Registro de Intensidades Máximas

AÑO	INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/h)				
	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1975	109.82	65.30	28.65	17.03	10.13
1976	77.19	45.90	20.14	11.97	7.12
1977	117.97	70.15	30.77	18.30	10.88
1978	52.72	31.35	13.75	8.18	4.86
1979	81.56	48.50	21.28	12.65	7.52
1980	83.89	49.88	21.88	13.01	7.74
1981	114.48	68.07	29.86	17.76	10.56
1982	88.84	52.83	23.17	13.78	8.19
1983	86.81	51.62	22.64	13.46	8.01
1984	80.40	47.80	20.97	12.47	7.41
1985	57.68	34.29	15.04	8.95	5.32
1986	79.81	47.46	20.82	12.38	7.36
1987	70.78	42.09	18.46	10.98	6.53
1988	53.02	31.52	13.83	8.22	4.89
1989	87.39	51.96	22.80	13.55	8.06
1990	73.99	43.99	19.30	11.48	6.82
1991	86.51	51.44	22.57	13.42	7.98
1992	51.56	30.66	13.45	8.00	4.75
1993	65.54	38.97	17.10	10.17	6.04
1994	83.02	49.36	21.66	12.88	7.66
1995	60.01	35.68	15.65	9.31	5.53
1996	102.24	60.79	26.67	15.86	9.43
1997	80.40	47.80	20.97	12.47	7.41
1998	92.34	54.91	24.09	14.32	8.52
1999	113.02	67.20	29.48	17.53	10.42
2000	105.16	62.53	27.43	16.31	9.70
2001	82.15	48.84	21.43	12.74	7.58
2002	64.96	38.62	16.94	10.08	5.99
2003	60.59	36.03	15.80	9.40	5.59
2004	81.85	48.67	21.35	12.70	7.55
2005	58.84	34.99	15.35	9.13	5.43
2006	60.01	35.68	15.65	9.31	5.53
2007	73.99	43.99	19.30	11.48	6.82
2008	78.65	46.77	20.52	12.20	7.25
2009	64.67	38.45	16.87	10.03	5.96
2010	106.83	63.05	27.66	16.45	9.78
2011	80.69	47.98	21.05	12.51	7.44
2012	81.27	48.32	21.20	12.61	7.50
<b>Desv. Est.</b>	<b>18.088</b>	<b>10.738</b>	<b>4.711</b>	<b>2.800</b>	<b>1.666</b>
<b>Promedio</b>	<b>80.280</b>	<b>47.722</b>	<b>20.936</b>	<b>12.449</b>	<b>7.402</b>



#### 4.4.2. Análisis de la información

Los resultados de la Transferencia de Intensidades a la zona de estudio se encuentran en el siguiente cuadro:

##### Transferencia de intensidades a la zona del proyecto

Altitud Estación Patrón	2675.00
Altitud zona de estudio	2557.85

Tabla 40. Transferencia de intensidades a la zona del proyecto

AÑO	INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/h)				
	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1975	105.01	62.44	27.40	16.28	9.69
1976	73.81	43.89	19.26	11.45	6.81
1977	112.80	67.08	29.42	17.50	10.40
1978	50.41	29.98	13.15	7.82	4.65
1979	77.99	46.38	20.35	12.10	7.19
1980	80.22	47.70	20.92	12.44	7.40
1981	109.47	65.09	28.55	16.98	10.10
1982	84.95	50.52	22.16	13.18	7.83
1983	83.01	49.36	21.65	12.87	7.66
1984	76.88	45.71	20.05	11.92	7.09
1985	55.15	32.79	14.38	8.56	5.09
1986	76.31	45.38	19.91	11.84	7.04
1987	67.68	40.25	17.65	10.50	6.24
1988	50.70	30.14	13.22	7.86	4.68
1989	83.56	49.68	21.80	12.96	7.71
1990	70.75	42.06	18.45	10.98	6.52
1991	82.72	49.19	21.58	12.83	7.63
1992	49.30	29.32	12.86	7.65	4.54
1993	62.67	37.26	16.35	9.72	5.78
1994	79.38	47.20	20.71	12.32	7.32
1995	57.38	34.12	14.96	8.90	5.29
1996	97.76	58.13	25.50	15.17	9.02
1997	76.88	45.71	20.05	11.92	7.09
1998	88.30	52.51	23.03	13.69	8.15
1999	108.07	64.26	28.19	16.76	9.96
2000	100.55	59.79	26.23	15.60	9.28
2001	78.55	46.70	20.49	12.18	7.25
2002	62.12	36.93	16.20	9.64	5.73
2003	57.94	34.45	15.11	8.99	5.35
2004	78.27	46.54	20.41	12.14	7.22
2005	56.26	33.46	14.68	8.73	5.19
2006	57.38	34.12	14.96	8.90	5.29
2007	70.75	42.06	18.45	10.98	6.52



AÑO	INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/h)				
	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
2008	75.21	44.72	19.62	11.67	6.93
2009	61.84	36.77	16.13	9.59	5.70
2010	102.15	60.29	26.45	15.73	9.35
2011	77.16	45.88	20.13	11.96	7.11
2012	77.71	46.20	20.27	12.06	7.17
<b>Desv. Est.</b>	<b>17.296</b>	<b>10.267</b>	<b>4.504</b>	<b>2.678</b>	<b>1.593</b>
<b>Promedio</b>	<b>76.764</b>	<b>45.632</b>	<b>20.019</b>	<b>11.904</b>	<b>7.077</b>
<b>α =</b>	<b>13.4856</b>	<b>8.0054</b>	<b>3.5121</b>	<b>2.0877</b>	<b>1.2423</b>
<b>μ =</b>	<b>68.9812</b>	<b>41.0119</b>	<b>17.9917</b>	<b>10.6994</b>	<b>6.3605</b>

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra la curva de intensidades para un periodo de retorno de 20 años, con la cual se hará el diseño.

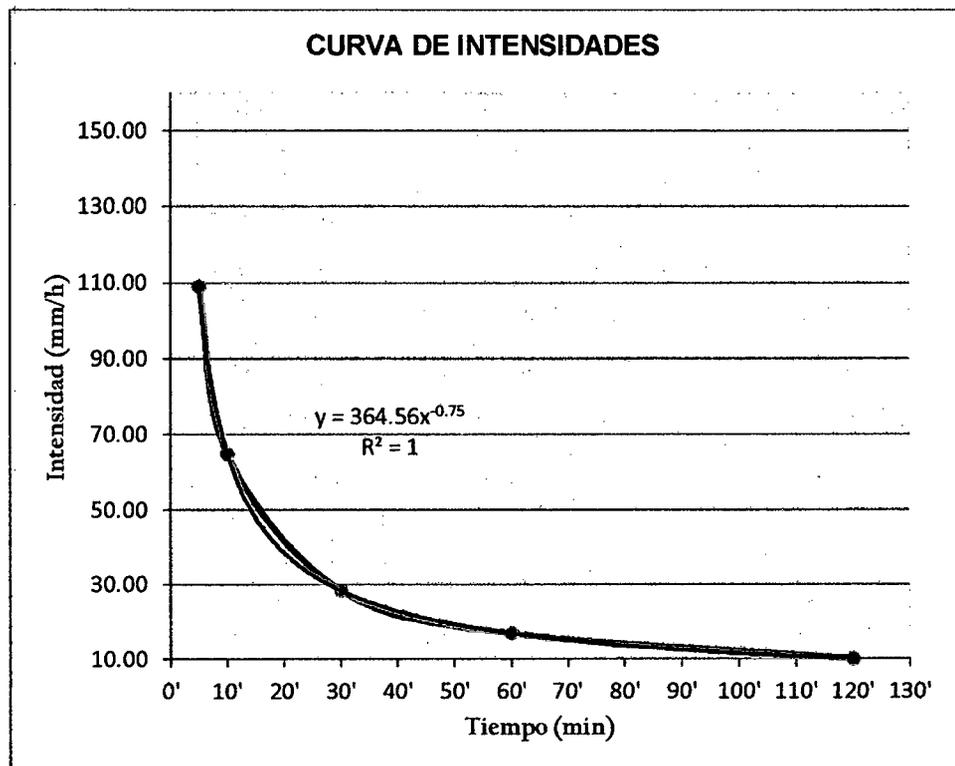


Fig. 9. Curva de intensidades.

Los valores para la intensidad de diseño, usando la curva ajustada, se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 41. Intensidad de diseño

Tr	Y = a*x^b		Intensidades máximas de diseño (mm/h)				
	a	b	5'	10'	30'	60'	120'
20	364.56	-0.75	109.03	64.83	28.44	16.91	10.06

Fuente: Elaboración propia.



## 4.5. DISEÑO ARQUITECTÓNICO

### 4.5.1. Proyecto arquitectónico

Para el presente proyecto se tuvo en cuenta lo señalado en los manuales del ministerio de educación, sobretodo criterios para la concepción modular del espacio, iluminación natural, ventilación y circulación de las alumnas, tratando de tener un confort que este dentro de lo económicamente razonable.

Para la población estudiantil proyectada de 265 alumnas le corresponde la tipología LEP-U2. Los ambientes a proyectar se determinaron en base a las normas vigentes y el criterio propio como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 42. Ambientes a proyectar.

AMBIENTE	Por Norma <sup>1</sup>	Existentes	A proyectar
Aula Común	12	14	-
Sala Usos Múltiples (SUM)	1	-	1
Aula de Innovación Pedagógica (AIP)	1	-	1
Centro de Recursos Educativos (CRE)	1	-	1
Depósito de Material Deportivo	1	1	-
Dirección	1	1	-
Sala de Profesores	1	1	-
Tópico y Psicología	1	-	1
Guardianía	1	1	-

<sup>1</sup> Normas Técnicas para el diseño de Locales de Educación Básica Regular Primaria - Secundaria 2009

<sup>2</sup> Norma A.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se nota que se tienen dos ambientes para Aula Común por exceso, los cuales pueden usarse para almacén de materiales y equipos de patrimonio de la institución.

### 4.5.2. Características de los ambientes

Las características de los ambientes se muestran en el cuadro siguiente:



*Tabla 43. Características de los ambientes*

AMBIENTE	N° Ocupantes	Área	Altura	Área vanos m2	Área vanos (%)	Apert.min. vanos (m2)	Índice de ocup. (m2/ocup.)	Vol./ Ocup. (m3/ocup.)
SS HH Discapacitados	1	4.70	3.65	1.60	34%	0.3	4.7	17.2
Cabina de control	3	4.15	3.65	1.52	37%	0.3	1.4	5.0
Depósito	3	7.50	3.65	3.20	43%	0.5	2.5	9.1
AIP	35	76.19	3.65	16.69	22%	5.3	2.2	7.9
Tópico y Psicología	6	7.50	3.15	1.35	18%	0.5	1.3	3.9
Archivo	4	15.00	3.15	4.66	31%	1.1	3.8	11.8
CRE	30	76.19	3.15	15.63	21%	5.3	2.5	8.0
SUM	35	143.16	3.45	25.98	18%	10.0	4.1	14.1
Área de apoyo	6	14.25	3.45	2.69	19%	1.0	2.4	8.2
SS HH Alumnas	10	30.21	3.45	6.29	21%	2.1	3.0	10.4

Fuente: Elaboración propia.

## 4.6. DISEÑO ESTRUCTURAL

### 4.6.1. Características estructurales

El sistema estructural es de pórticos de concreto armado con una cimentación de zapatas aisladas y cimientos corridos. Los tabiques y alfeizares se los consideró aislados de la estructura resistente.

La configuración estructural resultante precisó dos muros de concreto armado en los extremos, columnas en forma de “T” y vigas con peralte de 40cm y 60cm para dotar de rigidez a la estructura. La cimentación quedó compuesta por zapatas aisladas para las columnas y corridas para los muros de concreto armado, además de cimiento corrido de concreto ciclópeo para los tabiques del primer piso. La primera planta está constituida por una losa aligerada de 20cm y la del segundo piso por una losa maciza de 13 cm de espesor. La escalera es también aporticada, con losas macizas horizontales e inclinadas de concreto armado.

### 4.6.2. Predimensionamiento de Elementos Estructurales

*Tabla 44. Predimensionamiento de elementos estructurales*

Elemento Estructural	Ln (m)	Calculado		Adoptado	
		Peralte/Largo (m)	Ancho (m)	Peralte/Largo (m)	Ancho (m)
Losa aligerada primer nivel	4.225	0.17		0.20	
Losa aligerada segundo nivel	4.225	0.17		0.17	
Viga principal	7.65	0.64	0.26	0.60	0.30
viga secundaria	4.225	0.35	0.14	0.40	0.25
Escalera	4.65	0.19		0.20	

Fuente: Elaboración propia.

Para la losa aligerada del primer nivel se decidió aumentar el peralte predimensionado debido a que soportará una considerable carga viva



además se hará pasar tuberías por dentro de ésta en otro tramo. Como en el segundo nivel no ocurre esto, se adoptará el espesor calculado.

Para la viga principal se adopta un valor para el peralte algo menor a lo calculado con la fórmula de predimensionamiento, el cual es compensado por el ancho adoptado. Para la viga secundaria se adopta el ancho mínimo especificado en la norma peruana para zonas sísmicas.

Para la escalera se tiene un espesor un tanto elevado debido al tamaño de la luz entre apoyos.

#### 4.6.3. Análisis estructural

##### 4.6.3.1. Método de análisis

Para el presente proyecto se ha tenido apropiado hacer un análisis dinámico a través del método de superposición espectral.

##### 4.6.3.2. Espectro de diseño

El edificio ha sido estructurado con un sistema sismo resistente para cada dirección. En la dirección X, son los pórticos los que resisten al sismo pero en la dirección Y el sismo es resistido por muros de concreto armado.

##### Aceleración Espectral

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} * g$$

##### Parámetros:

Z = 0.4  
 U = 1.5  
 Rx = 8  
 Ry = 6  
 g = 9.81

##### Suelo S2:

S = 1.2  
 Tp = 0.6

Tabla 45. Cálculo de la pseudoaceleración.

T	C	Sa(X)	Sa(Y)
0.0	2.50	2.21	2.94
0.1	2.50	2.21	2.94
0.2	2.50	2.21	2.94
0.3	2.50	2.21	2.94
0.4	2.50	2.21	2.94
0.5	2.50	2.21	2.94
0.6	2.50	2.21	2.94
0.7	2.14	1.89	2.52
0.8	1.88	1.66	2.21
0.9	1.67	1.47	1.96



T	C	Sa(X)	Sa(Y)
1.0	1.50	1.32	1.77
1.5	1.00	0.88	1.18
2.0	0.75	0.66	0.88
2.5	0.60	0.53	0.71
3.0	0.50	0.44	0.59
3.5	0.43	0.38	0.50
4.0	0.38	0.33	0.44
4.5	0.33	0.29	0.39
5.0	0.30	0.26	0.35
5.5	0.27	0.24	0.32
6.0	0.25	0.22	0.29
6.5	0.23	0.20	0.27
7.0	0.21	0.19	0.25
7.5	0.20	0.18	0.24
8.0	0.19	0.17	0.22
8.5	0.18	0.16	0.21
9.0	0.17	0.15	0.20
9.5	0.16	0.14	0.19
10.0	0.15	0.13	0.18

Fuente: Elaboración propia.

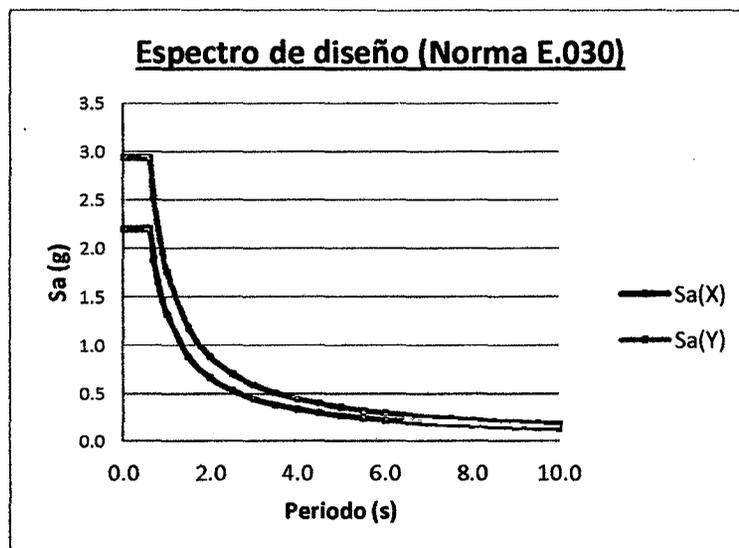


Fig. 10. Gráfico del espectro de diseño.

#### 4.6.3.3. Desplazamientos

A continuación se muestra los desplazamientos relativos de entrepiso o derivas de cada punto para ambas direcciones para cada piso de la estructura.



Tabla 46. Desplazamientos de punto en primer piso.

Story	Point	Load	UX	UY	DrifX	DrifY
STORY1	2	EXDESP	0.0037	0	0.0065	0.0000
STORY1	3	EXDESP	0.0037	0	0.0065	0.0000
STORY1	74	EXDESP	0.0037	0	0.0065	0.0000
STORY1	75	EXDESP	0.0037	0	0.0065	0.0000
STORY1	77	EXDESP	0.0037	0	0.0065	0.0000
STORY1	78	EXDESP	0.0037	0	0.0065	0.0000
STORY1	257	EXDESP	0.0037	0	0.0065	0.0000
STORY1	258	EXDESP	0.0037	0	0.0065	0.0000
STORY1	259	EXDESP	0.0037	0	0.0065	0.0000
STORY1	69	EXDESP	0.0037	0	0.0057	0.0000
STORY1	70	EXDESP	0.0037	0	0.0057	0.0000
STORY1	71	EXDESP	0.0037	0	0.0057	0.0000
STORY1	72	EXDESP	0.0037	0	0.0057	0.0000
STORY1	253	EXDESP	0.0037	0	0.0057	0.0000
STORY1	254	EXDESP	0.0037	0	0.0057	0.0000
STORY1	255	EXDESP	0.0037	0	0.0057	0.0000
STORY1	256	EXDESP	0.0037	0	0.0057	0.0000
STORY1	2	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0003
STORY1	3	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0003
STORY1	69	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0002
STORY1	70	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0002
STORY1	71	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0002
STORY1	72	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0002
STORY1	74	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0003
STORY1	75	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0003
STORY1	77	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0003
STORY1	78	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0003
STORY1	253	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0002
STORY1	254	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0002
STORY1	255	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0002
STORY1	256	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0002
STORY1	257	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0003
STORY1	258	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0003
STORY1	259	EYDESP	0	0.0002	0.0000	0.0003

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 47. Desplazamientos de punto en segundo piso.

Story	Point	Load	UX	UY	DrifX	DrifY
STORY2	02-01	EXDESP	0.0072	0.0002	0.0067	0.0003
STORY2	03-01	EXDESP	0.0072	0.0003	0.0067	0.0004
STORY2	256-1	EXDESP	0.0068	0	0.0059	0.0000
STORY2	257-1	EXDESP	0.0068	0	0.0059	0.0000
STORY2	258-1	EXDESP	0.0068	0	0.0059	0.0000
STORY2	259-1	EXDESP	0.0068	0	0.0059	0.0000
STORY2	74-1	EXDESP	0.0068	0	0.0059	0.0000
STORY2	75-1	EXDESP	0.0068	0.0001	0.0059	0.0001
STORY2	77-1	EXDESP	0.0068	0	0.0059	0.0000
STORY2	78-1	EXDESP	0.0068	0	0.0059	0.0000
STORY2	253-1	EXDESP	0.0067	0	0.0057	0.0000
STORY2	254-1	EXDESP	0.0067	0	0.0057	0.0000
STORY2	255-1	EXDESP	0.0067	0	0.0057	0.0000
STORY2	69-1	EXDESP	0.0067	0	0.0057	0.0000
STORY2	70-1	EXDESP	0.0067	0	0.0057	0.0000
STORY2	71-1	EXDESP	0.0067	0	0.0057	0.0000
STORY2	72-1	EXDESP	0.0067	0	0.0057	0.0000
STORY2	02-01	EYDESP	0.0013	0.0019	0.0025	0.0024
STORY2	03-01	EYDESP	0.0013	0.0017	0.0025	0.0021
STORY2	253-1	EYDESP	0.0002	0.0003	0.0004	0.0001
STORY2	258-1	EYDESP	0.0002	0.0005	0.0004	0.0004
STORY2	259-1	EYDESP	0.0002	0.0003	0.0004	0.0001
STORY2	254-1	EYDESP	0.0001	0.0006	0.0002	0.0006
STORY2	255-1	EYDESP	0.0001	0.0008	0.0002	0.0009
STORY2	256-1	EYDESP	0.0001	0.0008	0.0002	0.0009
STORY2	257-1	EYDESP	0.0001	0.0007	0.0002	0.0007
STORY2	69-1	EYDESP	0.0001	0.0003	0.0002	0.0001
STORY2	70-1	EYDESP	0.0001	0.0005	0.0002	0.0004
STORY2	71-1	EYDESP	0.0001	0.0006	0.0002	0.0006
STORY2	72-1	EYDESP	0.0001	0.0007	0.0002	0.0007
STORY2	74-1	EYDESP	0.0001	0.0006	0.0002	0.0006
STORY2	75-1	EYDESP	0.0001	0.0007	0.0002	0.0007
STORY2	77-1	EYDESP	0.0001	0.0005	0.0002	0.0004
STORY2	78-1	EYDESP	0.0001	0.0003	0.0002	0.0001

Fuente: Elaboración propia.

Se puede notar que en las anteriores tablas ningún valor del desplazamiento relativo de piso supera al valor límite de la norma (0.007), por lo cual podemos decir que nuestra estructura está conforme respecto a su rigidez.



#### 4.6.3.4. Junta de Separación Sísmica

Tabla 48. Cálculo de la Junta de Separación Sísmica

Junta de separación sísmica	
Desplazamiento máximo bloque 01:	0.50 cm
Desplazamiento máximo bloque 02:	0.11 cm
h =	275 cm
S >	3.00 cm
Junta de separación sísmica calculada:	2.10 cm
Junta de separación sísmica propuesta:	3.50 cm

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.3.5. Diagrama de momento flectores y fuerzas cortantes

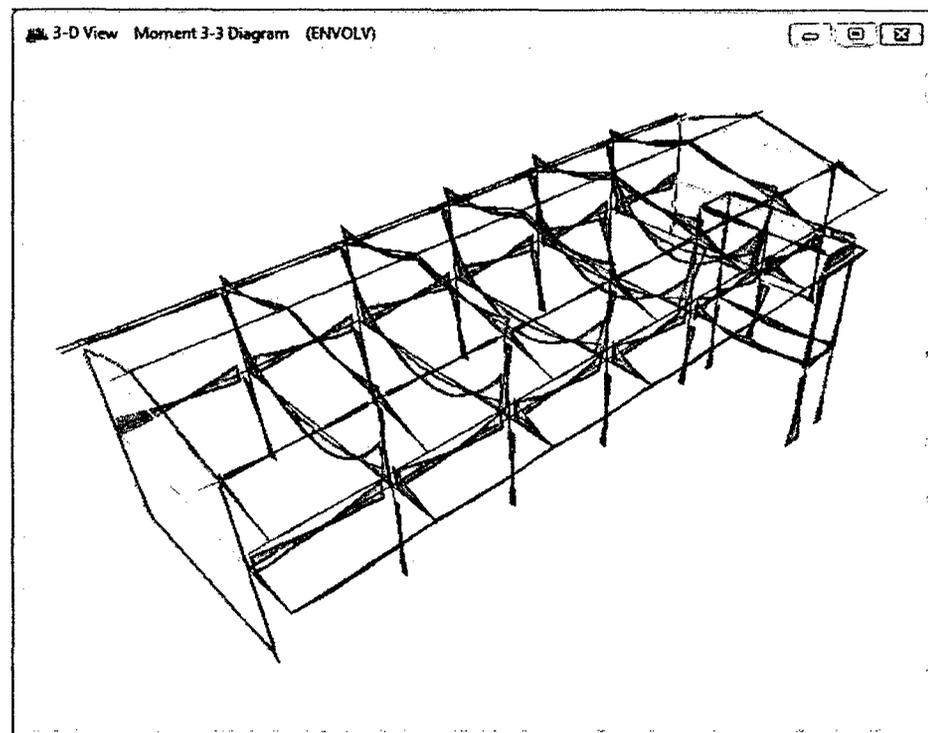


Fig. 11. Diagrama de momentos flectores para la combinación envolvente.

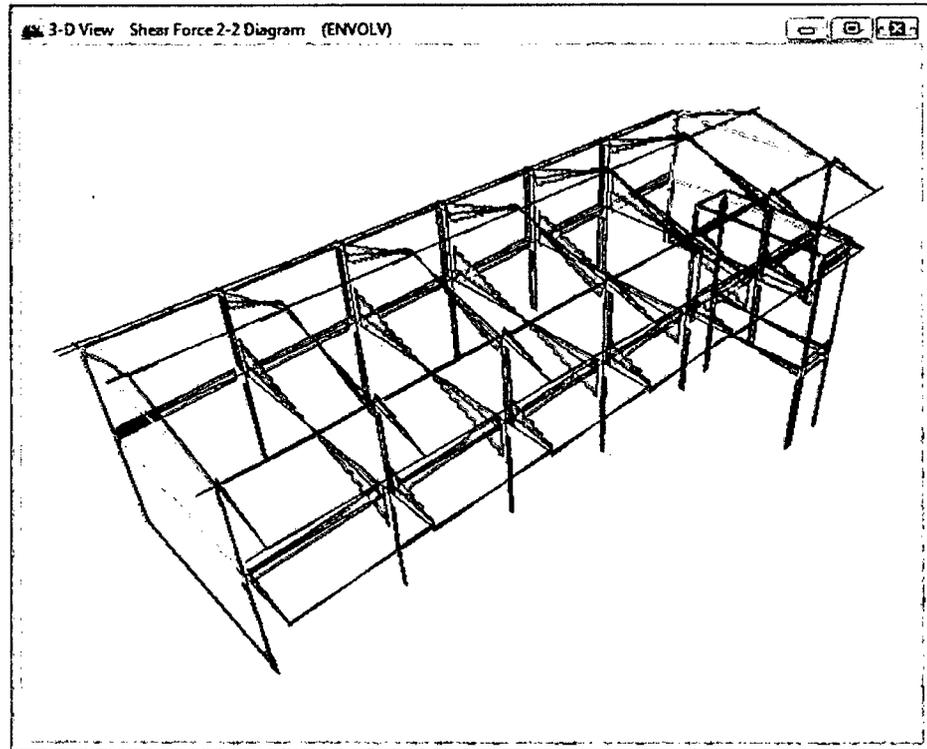


Fig. 12. Diagrama de fuerzas cortantes para la combinación envolvente.

#### 4.6.4. Diseño estructural

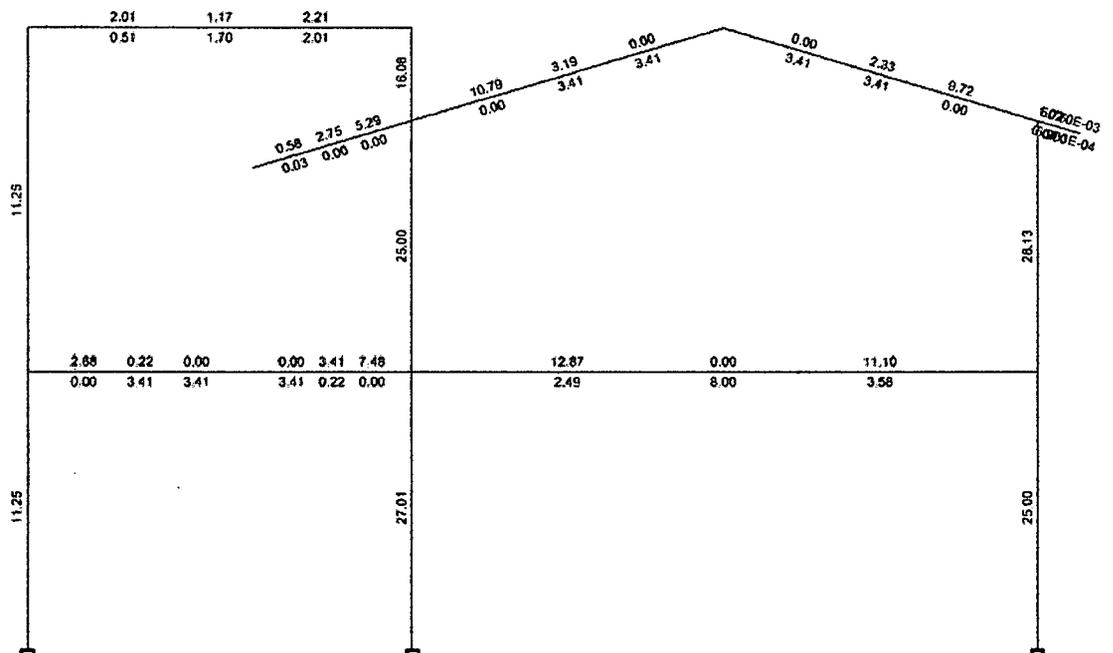


Fig. 13. Áreas del acero de refuerzo en vigas y columnas calculado por el programa ETABS.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
 Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil  
 Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil  
 "Ampliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca,  
 Departamento de Cajamarca"

Plan View - STORY1 - Elevation 320 Longitudinal Reinforcing (ACI 318-99)

0.13 1.27	0.79 4.419E-05	0.13 1.27	0.13 1.26	0.75 0.02	0.13 1.26	0.02 1.39	0.71 0.06	0.42 0.81	0.41 0.81	0.67 0.07	0.07 1.37
0.13 1.27	0.70 0.00	0.13 1.27	0.13 1.26	0.75 0.02	0.13 1.26	0.02 1.29	0.71 0.06	0.42 0.83	0.40 0.83	0.57 0.09	0.07 1.35
0.13 1.27	0.75 0.00	0.12 1.27	0.13 1.26	0.74 0.01	0.13 1.26	0.02 1.27	0.71 0.07	0.40 0.83	0.39 0.85	0.55 0.05	0.08 1.32
0.13 1.27	0.75 0.00	0.12 1.27	0.12 1.27	0.74 7.203E-03	0.13 1.25	0.02 1.21	0.69 0.06	0.38 0.89	0.37 0.89	0.65 0.04	0.09 1.28
0.13 1.27	0.74 0.00	0.12 1.27	0.12 1.27	0.73 5.992E-04	0.13 1.25	0.02 1.22	0.68 0.05	0.36 0.93	0.35 0.93	0.62 0.02	0.10 1.24
0.12 1.27	0.72 0.00	0.12 1.27	0.12 1.27	0.72 0.00	0.14 1.25	0.02 1.15	0.66 0.03	0.32 0.88	0.32 0.88	0.65 6.537E-03	0.11 1.20
0.12 1.27	0.71 0.00	0.12 1.27	0.12 1.27	0.71 0.00	0.14 1.25	0.02 1.15	0.65 0.02	0.29 1.02	0.29 1.02	0.63 0.03	0.13 1.16
0.12 1.27	0.69 0.00	0.12 1.27	0.12 1.27	0.69 0.00	0.14 1.25	0.02 1.14	0.63 0.00	0.26 1.06	0.25 1.06	0.65 0.03	0.16 1.12
0.12 1.27	0.67 0.00	0.12 1.27	0.12 1.27	0.67 0.00	0.14 1.25	0.04 1.17	0.61 0.00	0.23 1.09	0.22 1.09	0.65 0.03	0.17 1.13
0.13 1.27	0.64 0.00	0.12 1.27	0.13 1.27	0.64 0.00	0.15 1.25	0.05 1.17	0.59 0.00	0.21 1.09	0.19 1.09	0.53 0.03	0.16 1.13
1.48 1.48	0.00 0.00	1.47 1.47	1.49 1.47	0.00 0.00	1.45 1.47	0.59 0.58	0.37 0.41	0.11 0.00	0.46 0.36	0.15 0.16	0.86 0.95
0.08 1.49	0.76 0.00	0.06 1.46	0.10 1.41	0.75 0.00	0.09 1.54	0.00 0.58	0.21 0.38	0.15 0.00	0.42 0.90	4.272E-03 0.00	0.10 1.20
0.06 1.49	0.77 0.00	0.06 1.46	0.11 1.33	0.75 2.182E-03	0.05 1.64	0.00 0.57	0.22 0.27	0.16 0.01	0.26 0.35	0.40 0.09	0.00 0.88
0.04 1.49	0.76 0.00	0.06 1.46	0.12 1.33	0.74 2.182E-03	6.739E-03 1.64	0.00 0.57	0.18 0.27	0.16 0.01	0.27 0.35	0.46 0.09	0.00 0.88
						0.38 0.00	0.09 0.17	0.12 0.00			
						0.36 0.00	0.08 0.17	0.12 0.00			
						5.32E-03 0.35	0.09 0.10	0.00 0.14			
						0.07 0.43	0.26 0.13	0.01 0.21			
						0.15 0.53	0.22 0.19	0.05 0.32			
						0.27 0.57	0.27 0.28	0.13 0.49			
						0.44 0.36	0.26 0.26				

Fig. 14. Áreas del acero de refuerzo en viguetas calculado por el programa ETABS.

El área de acero positivo, calculado por el programa es un tanto mayor, ya que no se considera el ala de la vigueta del aligerado.

Simplified T and C Pier Section - Design (ACI 318-99)

Story ID: STORY1 Pier ID: P01 X Loc: 0 Y Loc: 577.5 Units: Ton-cm

Flexural Design for P and M3 (RLLF = 1.000)

Station Location	Edge-Length	Tension Rebar cm <sup>2</sup>	Tension Combo	Pu	Mu
Left Top	18.922	0.000	ENVOLV	81.700	-13403.323
Right Top	18.922	0.116	ENVOLV	35.052	-13403.323
Left Bottom	28.382	0.490	ENVOLV	47.246	18763.934
Right Bottom	28.382	5.551	ENVOLV	47.246	-32856.019

Station Location	Edge-Length	Compression Rebar cm <sup>2</sup>	Compression Combo	Pu	Mu
Left Top	18.922	10.225	ENVOLV	81.700	-13403.323
Right Top	18.922	3.373	ENVOLV	81.700	1890.996
Left Bottom	28.382	18.319	ENVOLV	100.668	-32856.019
Right Bottom	28.382	9.824	ENVOLV	100.668	18763.934

Station Location	Rebar cm <sup>2</sup> /m	Shear Combo	Pu	Mu	Vu	Capacity phi Vc	Capacity phi Vn
Top	4.730	ENVOLV	35.052	1890.996	-52.355	66.743	157.936
Bottom	4.730	ENVOLV	47.246	18763.934	-53.184	66.743	157.936

Station Location	8-Zone Length	8-Zone Combo	Pu	Mu	Vu	Pu/Po
Top	Not Needed	ENVOLV	81.700	-13403.323	-52.355	0.0310
Bottom	Not Needed	ENVOLV	100.668	-32856.019	-53.184	0.0373

Combs... Overwrites... OK Cancel

Fig. 15. Resultados para el diseño de muros estructurales en el programa ETABS.

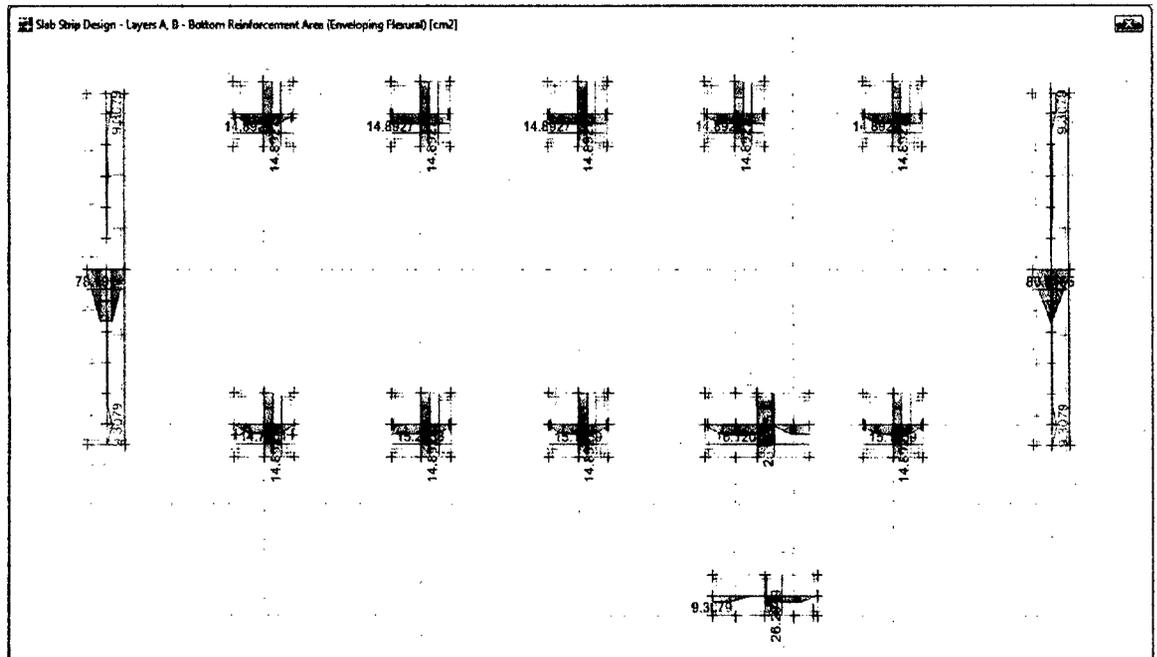


Fig. 16. Refuerzo por flexión para las zapatas, calculado por el programa SAFE.

## 4.7. DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

### 4.7.1. Diseño de iluminación

AMBIENTE	Altura de Plano Útil (m)	Iluminancia Media, Em (Lux)	Emin (Por Norma) (Lux)
CENTRO DE RECURSOS EDUCATIVOS	0.80	422	400
AULA DE INNOVACION PEDAGOGICA	0.80	584	500
PSICOLOGIA	0.80	415	400
SS HH	0.75	298	300
DEPOSITO	0.80	322	300
CABINA DE CONTROL	0.80	430	400
SS HH DISCAP.	0.80	202	200
ZONA DE APOYO	0.75	242	150
SALA DE USOS MÚLTIPLOS	0.75	516	500
PASILLO	0.00	109	100

Fuente: Criterios Normativos para el diseño de Locales de Educación Básica Regular y Norma EM.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones.



#### 4.7.2. Conductores de circuitos derivados

Tabla 49. Circuitos derivados

Circuito	Demanda Máxima	Intensidad de diseño	Amperaje de Llave	Longitud	Área Cond. (mm <sup>2</sup> )	ΔV	Tipo de cable	Diámetro de ducto	ΔV Max
C1 (Alumbrado)	1887	11.91	15	23.20	2.50	1.58%	TW	15mm	2.95%
C2 (Tomacorrientes)	2450	8.94	15	35.30	4.00	1.13%	TW	15mm	2.50%
C3 (Alumbrado)	1779	8.98	15	24.10	2.50	1.24%	TW	15mm	2.32%
C4 (Tomacorrientes)	1400	8.84	15	34.80	4.00	0.95%	TW	15mm	2.03%
C5 (Tomacorrientes)	7200	26.27	30	16.10	4.00	1.31%	THW	15mm	3.45%
C6 (Tomacorrientes)	7200	26.27	30	15.80	4.00	1.29%	THW	15mm	3.43%

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.7.3. Conductores de alimentación

Tabla 50. Alimentación.

Tablero	Demanda Máxima	Intensidad de diseño	Amperaje de Llave	Longitud	Área Cond. (mm <sup>2</sup> )	ΔV	Tipo de cable	Diámetro de ducto
TD1	4337	15.83	20	12.95	4.00	0.63%	TW	15mm
TD2	3179	11.60	15	9.55	4.00	0.34%	TW	15mm
TD3	14400	52.55	55	12.95	6.00	1.40%	TW	15mm
Llave General	16437	59.98	60	9.90	10.00	0.74%	THW	25mm

Fuente: Elaboración propia.

### 4.8. DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS

La cantidad de aparatos sanitarios en la institución en estudio no es la adecuada para la cantidad de alumnas, por lo cual se proyectarán siete (07) inodoros, siete (07) lavatorios y dos (02) vestidores.

Según normas, sólo se necesitan 02 inodoros; pero dado a que el actual ambiente de SS HH está muy lejos y supera la longitud máxima de 50m que indica la norma (Normas Técnicas para el Diseño de Locales de Educación Básica Regular 2009), y también por razones de espacio, se ha planteado la instalación de la cantidad antes dicha. Los vestidores serán dispuestos en la zona de apoyo, los que servirán principalmente a la Sala de Usos Múltiples.

#### 4.8.1. Instalaciones de agua fría

Se instalará un tanque cisterna de 10,000 litros de agua y dos tanques elevados de 2,500 litros cada uno, los cuales responden a los valores calculados de 10,988 litros y 4,883 litros respectivamente.

El sistema de bombeo será capaz de llenar el tanque en menos de dos horas, con lo cual se cumple lo señalado en las normas IS. 010 del RNE, el cual consta con una bomba de 3/4 HP y diámetros de impulsión y succión de 2" y 2.5" respectivamente.



#### 4.8.2. Instalaciones de desagüe

Para la distribución de los ramales, se tuvo como condicionante la capacidad máxima en unidades de descarga de las tuberías de 2" (6 UD), 3" (20 UD) y de 4" (160 UD).

Para la montante se tiene la siguiente composición:

Aparato sanitario	Cantidad	Unidad de descarga	Unidades de descarga parcial
Inodoro	7	4	28
Lavatorio	7	2	14
Lavadero	1	2	2
Sumidero	3	2	6
<b>Total en montante</b>			<b>50</b>

Fuente: NTP IS.010

En la tabla anterior se aprecia que la cantidad de unidades de descarga no excede el máximo para una tubería de 4", que es de 240 para montantes de hasta tres pisos de altura; tampoco para el primer y segundo tramo del colector, que para 2% de pendiente el número máximo de unidades de descarga es de 216.

Para los siguientes tramos de colector se adicionan 12 unidades de descarga, lo cual tampoco excede su capacidad.

#### 4.8.3. Sistemas de evacuación de aguas de lluvia

Del estudio de hidrología e hidráulica tenemos:

*Tabla 51. Cálculo del caudal de evacuación.*

Volumen	Superficie	Pendiente	Longitud (m)	Tc (Federal Aviation Admin.) (min)	I (mm/h)	Área Techada (m <sup>2</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
Pabellón principal	Anterior (Mitad)	0.5%	13.30	4.15	125.42	78.5	0.024
	Posterior (Mitad)	0.5%	13.30	4.07	127.25	59.2	0.018
Escalera	-	1.0%	2.20	1.65	250.22	15.8	0.009
Pasillo		0.5%	2.85	2.47	184.81	9.34	0.004

Fuente: Elaboración propia.

#### Diseño de la canaleta

*Tabla 52. Propuesta de canaleta.*

Diámetro	Tirante	Tetha	Área	Perímetro Mojado	Radio hidráulico	Rugosidad Manning	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
0.25	0.113	168.522	0.023	0.368	0.062	0.010	0.026

Fuente: Elaboración propia.

OK



### Diseño de la cuneta

Ancho	Tirante	Pendiente	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro Mojado (m)	Radio hidráulico	Rugosidad Manning	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
0.3	0.30	1.5%	0.045	0.900	0.050	0.012	0.062

 OK

Los caudales que la canaleta y la cuneta son capaces de transportar es igual o mayor que el caudal calculado en el área servida (techo).

### Diseño de la montante de aguas de lluvia

Tabla 53. Propuesta de montante.

Volumen	Lado	Caudal (l/s)	Diámetro (Pulg.)	Velocidad (m/s)
Pabellón principal	Izquierdo	23.60	4.0	2.91
	Derecho	18.06	4.0	2.23
Escalera	-	9.48	2.0	4.68
Pasillo	-	4.14	2.0	2.04

Fuente: Elaboración propia.

La velocidad cumple con la velocidad máxima para PVC, la cual es de 6 m/seg<sup>2</sup>, según la Norma OS.060.

## 4.9. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

### 4.9.1. Análisis general del proyecto

El presente proyecto constituye la adición de un bloque (pabellón) de ambientes educativos, de características similares a los que ya existen.

Los procedimientos de construcción son los convencionales en la región, es decir con el uso de equipo liviano y herramientas manuales, con lo cual se genera una considerable cantidad de horas hombre hasta el término de la obra.

Se prevé que en la fase de construcción es donde se observarán los mayores impactos del proyecto en el entorno, dentro de las acciones a considerar como potencialmente impactantes en esta fase se encuentran: demoliciones, eliminación de material excedente, obras de concreto simple y concreto armado y carpintería de madera y metal. Por otra parte, los factores potencialmente más impactados a considerar son el medio físico y el medio socioeconómico.

### 4.9.2. Definición del entorno del proyecto

El proyecto se ubica en una zona urbana, y por tratarse de una edificación dentro del área del terreno de la institución educativa, los impactos serán mayoritariamente puntuales y otros afectarán a la circunscripción de éste.



#### **4.9.3. Medio físico**

##### **4.9.3.1. Medio Inerte**

La zona donde se ubica el terreno del presente proyecto, puede considerarse como una zona urbana o sub urbana, pero debido a la extensión de ésta, la emanación de gases o líquidos producto de la combustión vehicular e industrial es mínima, ya que hay muy poco tráfico de vehículos y las industrias son del tipo artesanal.

##### **4.9.3.2. Medio Biótico**

En el terreno del colegio existen árboles y arbustos, que han sido sembrados y cultivados por los alumnos y profesores de la institución; lo mismo ocurre en los alrededores, en donde existen huertos, jardines y granjas caseras.

##### **4.9.3.3. Medio Perceptual**

El local escolar forma parte del paisaje urbano típico de un pueblo de la sierra, con construcciones material noble y de adobe en su mayor parte, con sus techos de calamina o tejado.

#### **4.9.4. Matriz de Leopold**

La siguiente matriz causa efecto es el resultado de un estudio de impacto ambiental simplificado, tipo cualitativo (primeras seis fases del estudio antes precisado).





Se nota que los factores ambientales negativamente más afectados son los correspondientes al medio físico inerte, principalmente en la fase de construcción; pero con una baja intensidad, de extensión puntual y de corta duración.

Por otro lado los factores ambientales positivamente más afectados son los correspondientes al medio socio económico, principalmente en la fase de funcionamiento; los cuales son de una baja y media intensidad, de extensión puntual a local y de corta a permanente duración.

#### **4.9.5. Medidas a tomar para la mitigación de impactos negativos**

En la partida de demolición, se propondrá el uso de equipo aparente, de modo que el trabajo se haga en el menor tiempo y con el menor ruido posible. Se deberá efectuar constantes riegos para mitigar la generación de grandes cantidades de polvo, y los trabajadores se deberán proteger de la inhalación de éste con sus respectivas mascarillas.

En la partida de eliminación de material excedente, se elegirá un depósito de material excedente que sea adecuado para tal fin, aunque la distancia no sea la más corta. Este material de eliminación deberá ser clasificado y no incluirá basura, la cual deberá ser eliminada en coordinación con el servicio de limpieza pública de la Municipalidad Distrital de Jesús. Para prevenir la contaminación en el trayecto al depósito de material excedente, se deberá colocar una manta sobre el material en el camión volquete.

En las partidas que incluyan el uso de equipos que produzcan emisiones de ruido y gases contaminantes, éstos deberán estar en óptimas condiciones, de modo que el trabajo se realice con el mínimo de éstas emisiones.

Para la partida de pintura, ésta no deberá contener sustancias dañinas al medio ambiente y deberá ser de larga duración.



## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- Se realizó los estudios para la ampliación de la infraestructura de la I.E. N° 82064, Jesús – Cajamarca, de los cuales se determinó que:
  - Se fundará sobre una roca marga meteorizada con una capacidad portante de 4 Kg/cm<sup>2</sup>.
  - Contará con un (01) ambiente para Sala de Usos Múltiples, uno para Servicios Higiénicos para las alumnas, uno (01) para Aula de Innovación Pedagógica, uno (01) para Centro de Recursos Educativos, uno (01) para Tópico y Psicología y uno (01) para Servicios Higiénicos para Discapacitados.
  - La estructura estará formada por pórticos y muros de concreto armado, losas aligeradas del mismo material, sostenidos por zapatas aisladas.
- Se diseñó arquitectónica y estructuralmente la edificación en referencia, con criterio técnico y de acuerdo a las "Normas Técnicas para el Diseño de Locales Escolares de Educación Básica Regular" del Ministerio de Educación, Normas Técnicas A.040, E.020, E.030, E.050; E.060, IS.010, EM.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones y el Código Nacional de Electricidad.
- Se realizó los estudios básicos (Poblacional, Topográfico, Mecánica de Suelos), estudios definitivos (Arquitectura, Estructuras, Hidrología, Hidráulica, Instalaciones Sanitarias y Eléctricas) y de Impacto ambiental, necesarios para el proyecto, los cuales se materializan en los planos y anexos del presente documento.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar capacitación para una adecuada ocupación de los ambientes, además del mantenimiento de las instalaciones.
- Se debe realizar un minucioso estudio de la capacidad portante del suelo, comprobándolo en campo, para asegurar.
- Se deberá coordinar con la empresa administradora de energía eléctrica para la instalación de un medidor de energía para la nueva construcción.
- Se recomienda implementar el drenaje de aguas pluviales al momento del movimiento de tierras en el caso que la construcción se lleve a cabo en época de lluvias.



## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. ABANTO, F. (2003). *Análisis y diseño de edificaciones de Albañilería*. Editorial San Marcos. Segunda Edición. Perú.
2. BLANCO, A. (1997). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Editorial Capítulo de Ingeniería Civil, Consejo Departamental de Lima. Segunda Edición. Perú.
3. BOZZO L., BARBAT, H. (2002). *Diseño Sismorresistente de estructuras*. Editorial Fondo Editorial ICG. Primera Edición. Perú.
4. DAS, B. (2001), *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Editorial Thomson. Primera Edición. Estados Unidos.
5. DAS, B. (2006), *Principios de Ingeniería de Cimentaciones*. Editorial Thomson. Quinta Edición. Estados Unidos.
6. ESPINOZA, G. (2001). *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Editorial BID/CED. Primera Edición. Chile.
7. JIMENO, E. (1995). *Instalaciones Sanitarias en Edificaciones*. Editorial Colegio de Ingenieros del Perú. Segunda Edición. Perú.
8. LETHAM, L. (2001). *GPS fácil. Uso del sistema de posicionamiento global*. Editorial Paidotribo. Primera Edición. Estados Unidos.
9. MENDOZA, J. (2007). *Topografía. Técnicas Modernas*. Editorial Universidad Nacional de Ingeniería. Primera Edición. Perú.
10. MORALES, R. (2006). *Diseño en Concreto Armado*. Editorial Fondo Editorial ICG. Tercera Edición. Perú.
11. NILSON, A. (1999). *Diseño de Estructuras de Concreto*. Editorial McGraw-Hill. Duodécima Edición. Estados Unidos.
12. OTTAZZI, G. (2011). *Diseño en Concreto Armado*. Editorial Capítulo Peruano ACI. Segunda Edición. Perú.
13. RAITELLI, M. (). *Diseño de Iluminación en Interiores*. Editorial UAC. Primera Edición. Argentina.
14. RODRÍGUEZ, M. (2005). *Diseño de instalaciones eléctricas en Residencias*. Editorial Proyecto Mundo 2000. Segunda Edición. Perú
15. SAN BARTOLOMÉ, A. (1998). *Análisis de Edificios*. Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú Fondo Editorial. Primera Edición. Perú.



16. VILLÓN, M. (2005). *Hidrología Estadística*. Editorial Villón. Tercera Edición. Perú.

17. VILLÓN, M. (2011). *Hidrología*. Editorial Villón. Tercera Edición. Perú.

**PAGINAS ELECTRÓNICAS:**

1. <http://www.inei.gob.pe> , consultado el 15 de agosto de 2013.
2. <http://www.elperuano.com.pe> , consultado el 28 de agosto de 2013.
3. <http://www.minedu.gob.pe>, consultado el 24 de setiembre de 2013.
4. <http://www.urbanistasperu.org>, consultado el 07 de octubre de 2013.
5. <http://www.sencico.gob.pe>, consultado el 18 de octubre de 2013.



## 7. APÉNDICES

### 7.1. Cálculo de la población estudiantil

Tabla 55. Cálculo de la población estudiantil

AÑO	N° ALUMNAS POR GRADO						TOTAL ALUMNAS POR AÑO
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	
2,000	56	54	68	61	47	38	324
2,001	60	65	43	75	57	38	338
2,002	68	68	48	49	64	52	349
2,003	55	76	64	48	53	58	354
2,004	44	59	72	52	51	46	324
2,005	44	59	72	52	51	47	325
2,006	45	50	52	41	59	61	308
2,007	48	54	49	47	44	59	301
2,008	46	55	53	48	45	43	290
2,009	41	54	45	53	55	39	287
2,010	42	42	48	51	58	43	284
2,011	44	46	35	52	53	54	284
2,012	44	47	39	42	50	54	276
<b>TOTAL</b>	<b>637</b>	<b>729</b>	<b>688</b>	<b>671</b>	<b>687</b>	<b>632</b>	<b>4,044</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56. Población del distrito de Jesús

Año	Población
2,000	15,143
2,001	15,181
2,002	15,209
2,003	15,219
2,004	15,223
2,005	15,218
2,006	15,209
2,007	15,193
2,008	15,159
2,009	15,117
2,010	15,069
2,011	15,012
2,012	14,947
2,013	14,874

Fuente: Proyección INEI

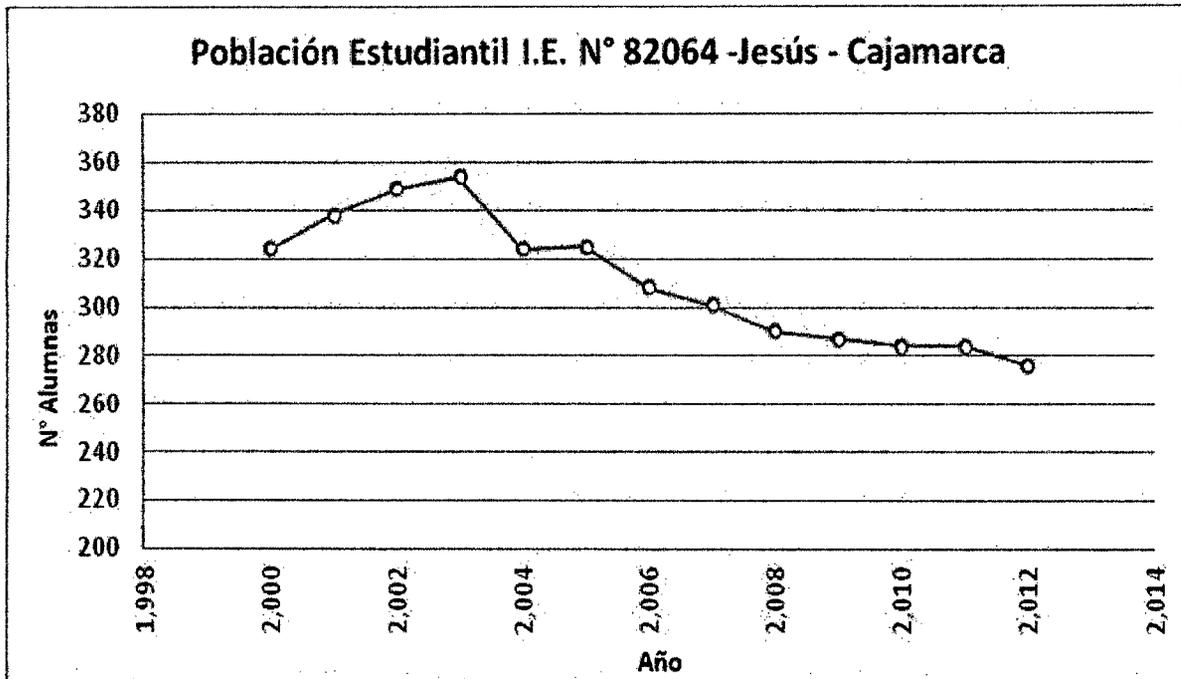


Fig. 17. Población estudiantil de la institución

■ Tasa de crecimiento (r):

$$r = \sqrt[t]{\frac{N_t}{N_0}} - 1$$

$t_1 = 12$  años

$r_1 = -0.0133$  (I.E. N°82064)

$t_2 = 13$  años

$r_2 = -0.0014$  (Distrito de Jesús)

■ Población Futura (Nt):

$$N_t = N_0(1 + r)^t$$

$t = 30$  años

$N_t = 264.82$



## 7.2. Puntos topográficos

Tabla 57. Puntos del levantamiento topográfico

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	789506.7099	9197901.4992	2557.2768	
2	789552.6454	9197893.6295	2557.7568	
3	789529.6830	9197882.3523	2557.2752	
4	789505.7116	9197901.3827	2557.2595	PA
5	789505.7923	9197896.7693	2556.7409	
6	789508.6451	9197894.4616	2556.7136	
7	789510.6756	9197892.8041	2557.1595	
8	789510.6434	9197892.7916	2557.1800	
9	789516.5297	9197888.0632	2557.3621	
10	789534.6988	9197872.8509	2557.9780	
11	789530.9811	9197877.4628	2557.5172	
12	789531.3627	9197875.6713	2557.8311	
13	789535.8527	9197886.1926	2557.2353	
14	789540.7597	9197892.0537	2557.2377	
15	789547.5655	9197897.6435	2557.7328	
16	789543.2155	9197898.6347	2557.2477	
17	789541.2230	9197902.7957	2557.4819	
18	789543.9961	9197905.9947	2557.6207	
19	789537.9988	9197908.7803	2557.4103	
20	789532.7165	9197913.0109	2557.3889	
21	789533.7042	9197914.1892	2557.4319	
22	789531.3703	9197916.0530	2557.4260	
23	789526.1314	9197913.8713	2557.2838	
24	789523.2192	9197909.7414	2557.2493	
25	789520.3137	9197918.4615	2557.3946	
26	789520.1587	9197917.9538	2557.2304	
27	789516.9522	9197921.0684	2557.4674	
28	789515.7539	9197919.5324	2557.3435	
29	789515.5831	9197920.7089	2557.4958	
30	789503.4521	9197929.4467	2557.4439	
31	789503.2991	9197930.6702	2557.4565	
32	789503.4289	9197931.9951	2557.4240	
33	789501.0110	9197933.9927	2557.4893	
34	789485.0216	9197913.2607	2557.4771	
35	789479.6695	9197906.8366	2557.6387	
36	789479.1404	9197907.7034	2557.5119	
37	789467.2783	9197908.3498	2557.6342	
38	789458.6728	9197909.2479	2558.2362	
39	789460.4659	9197899.4973	2558.0048	

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil

Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil

"Impliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca"

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIPCION
40	789456.7765	9197902.5799	2557.9917	
41	789460.6140	9197905.5345	2557.9284	
42	789456.4176	9197908.8730	2557.9820	
43	789452.2088	9197903.8249	2557.9581	
44	789460.7559	9197896.8157	2557.9706	
45	789462.0956	9197895.6784	2557.9875	
46	789463.7284	9197895.2033	2557.9818	
47	789460.9172	9197899.4456	2557.7447	
48	789480.5410	9197881.1723	2557.9828	
49	789481.4554	9197882.3262	2557.9866	
50	789484.3022	9197883.7441	2557.8712	
51	789494.1628	9197895.6932	2557.8645	
52	789494.4837	9197905.4611	2557.8456	
53	789500.5014	9197890.4761	2556.7139	
54	789500.7105	9197883.9826	2556.5312	
55	789500.9308	9197881.4147	2556.7259	
56	789497.6079	9197877.5017	2556.8058	
57	789496.3817	9197881.2354	2556.6166	
58	789494.7985	9197882.5556	2556.8232	
59	789489.1387	9197880.3494	2556.5714	
60	789501.9070	9197900.7195	2557.3485	CAJA DES
61	789551.8527	9197901.5059	2557.3840	PAP
62	789524.4267	9197923.2850	2557.2670	PAP
63	789479.7756	9197873.9919	2557.7982	
64	789485.2429	9197863.0940	2557.8177	
65	789476.6304	9197876.5215	2558.1577	
66	789476.1829	9197875.9785	2558.1555	
67	789459.4038	9197890.0699	2558.1538	
68	789455.0480	9197892.9242	2558.1645	
69	789451.0026	9197895.5670	2558.1478	
70	789470.0307	9197875.8393	2558.0092	
71	789481.4123	9197882.2749	2558.1542	
72	789480.5155	9197881.0702	2558.1420	
82	789500.0000	9197902.0000	2558.0000	E1
89	789479.7756	9197873.9919	2557.7982	
90	789479.7756	9197873.9919	2557.9765	
91	789485.3343	9197862.4304	2559.6910	
92	789456.4925	9197886.5950	2559.7630	
93	789440.6409	9197891.1352	2559.8270	
94	789485.5428	9197853.5149	2559.8630	
95	789445.2448	9197896.0187	2559.6890	

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil

Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil

"Impliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca"

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIPCION
96	789438.6128	9197901.5752	2559.4700	
97	789489.9834	9197949.6793	2557.7150	
98	789482.6710	9197955.3335	2557.5960	
99	789493.0077	9197955.5184	2557.2160	
100	789486.8516	9197960.4345	2557.1120	
101	789434.3656	9197896.3929	2559.7340	
102	789528.1090	9197927.4876	2557.1840	
103	789559.6953	9197902.2636	2557.2460	
104	789493.7838	9197923.7886	2557.4420	
105	789502.4361	9197906.9329	2558.0670	
106	789509.9558	9197913.8200	2557.6840	
107	789470.9249	9197926.8582	2558.6770	
108	789463.4769	9197931.9135	2558.7400	
109	789476.5650	9197909.8458	2557.4870	
110	789470.4150	9197914.9622	2557.5030	
111	789509.1967	9197908.1621	2557.2710	
112	789514.0341	9197914.0808	2557.2640	
113	789504.7110	9197921.7621	2557.5880	
114	789497.4375	9197915.1309	2557.6340	
115	789456.7173	9197886.8633	2558.2030	
116	789447.2154	9197895.2244	2558.1730	
117	789447.1446	9197897.4821	2558.0240	
118	789488.9038	9197880.0250	2557.4630	
119	789495.5949	9197875.1313	2556.7130	
120	789495.3360	9197874.8263	2557.1390	
121	789484.8679	9197883.8012	2556.5490	
122	789494.2170	9197895.1304	2556.5810	
123	789498.4393	9197891.6552	2556.5630	
124	789447.3849	9197898.5855	2559.6570	
125	789447.8065	9197893.8725	2559.7040	
126	789469.7431	9197875.4933	2559.7840	
127	789451.9390	9197904.0478	2559.5480	
128	789497.3193	9197852.3890	2559.7230	
129	789495.5792	9197945.2106	2557.4970	
130	789484.7562	9197932.2009	2557.5170	

Fuente: Elaboración propia.



### 7.3. Estudio de mecánica de suelos

Tabla 58. Contenido de humedad. Calicata 01

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNC			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
PROYECTO	Ampliación y Mejoramiento de la Infraestructura de la I.E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca		
RESPONSABLE	Bach. Jaime Antonio Revilla Moncada		
FECHA	Agosto 2012		
DATOS DE LAS MUESTRAS			
Sondaje	C1	C1	C1
Muestra	M1	M2	M3
Estrato	E1	E2	E3
Profundidad (m)	0.25 - 0.80	0.80 - 1.05	1.05 - 3.55
CONTENIDO DE HUMEDAD (NPT 339.127)			
Peso tara (g)	26.90	27.50	27.20
Peso tara + suelo húmedo (g)	217.30	218.50	215.50
Peso tara + suelo seco (g)	184.20	203.20	179.90
Peso suelo seco (g)	157.30	175.70	152.70
Peso agua (g)	33.10	15.30	35.60
Contenido de humedad (%)	21.04	8.71	23.31

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59. Contenido de humedad. Calicata 02

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNC			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
PROYECTO	Ampliación y Mejoramiento de la Infraestructura de la I.E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca		
RESPONSABLE	Bach. Jaime Antonio Revilla Moncada		
FECHA	Agosto 2012		
DATOS DE LAS MUESTRAS			
Sondaje	C2	C2	C2
Muestra	M1	M2	M3
Estrato	E1	E2	E3
Profundidad (m)	0.45 - 0.75	0.75 - 1.15	1.15 - 3.65
CONTENIDO DE HUMEDAD (NPT 339.127)			
Peso tara (g)	28.40	27.90	29.10
Peso tara + suelo húmedo (g)	217.70	219.50	217.30
Peso tara + suelo seco (g)	186.20	189.50	181.70
Peso suelo seco (g)	157.80	161.60	152.60
Peso agua (g)	31.50	30.00	35.60
Contenido de humedad (%)	19.96	18.56	23.33

Fuente: Elaboración propia.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil

Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil

Ampliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca"

**Tabla 60. Peso específico relativo de sólidos. Calicata 01**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNC			
PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS			
PROYECTO	Ampliación y Mejoramiento de la Infraestructura de la I.E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca		
RESPONSABLE	Bach. Jaime Antonio Revilla Moncada		
FECHA	Agosto 2012		
DATOS DE LAS MUESTRAS			
Sondaje	C1	C1	C1
Muestra	M1	M2	M3
Estrato	E1	E2	E3
Profundidad (m)	0.25 - 0.80	0.80 - 1.05	1.05 - 3.55
PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS (NPT 339.131)			
W <sub>ms</sub> (g)	100.00	100.00	100.00
W <sub>fw</sub> (g)	675.00	675.00	675.00
W <sub>fws</sub> (g)	726.00	731.00	736.00
γ <sub>s</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	2.04	2.27	2.56

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 61. Peso específico relativo de sólidos. Calicata 02**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNC			
PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS			
PROYECTO	Ampliación y Mejoramiento de la Infraestructura de la I.E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca		
RESPONSABLE	Bach. Jaime Antonio Revilla Moncada		
FECHA	Agosto 2012		
DATOS DE LAS MUESTRAS			
Sondaje	C2	C2	C2
Muestra	M1	M2	M3
Estrato	E1	E2	E3
Profundidad (m)	0.45 - 0.75	0.75 - 1.15	1.15 - 3.65
PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS (NPT 339.131)			
W <sub>ms</sub> (g)	100.00	100.00	100.00
W <sub>fw</sub> (g)	675.00	675.00	675.00
W <sub>fws</sub> (g)	728.00	733.00	735.00
γ <sub>s</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	2.13	2.38	2.50

Fuente: Elaboración propia.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil

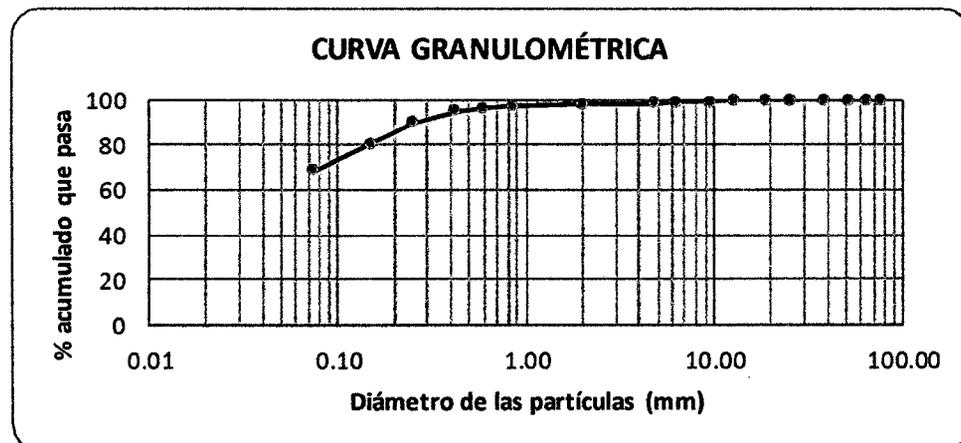
Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil

Ampliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca”

**Tabla 62. Análisis Granulométrico Calicata 01, Estrato 01**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNC					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
PROYECTO	Ampliación y Mejoramiento de la Infraestructura de la I.E. N°82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca				
RESPONSABLE	Bach. Jaime Antonio Revilla Moncada				
FECHA	Agosto 2012				
DATOS DE LAS MUESTRAS					
Sondaje	C1				
Muestra	M1				
Estrato	E1				
Profundidad (m)	0.25 - 0.80				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP339.128)					
Peso suelo seco (g)	450.0				
MALLA		P. R. P.	% R. P.	% R. A.	% A. P.
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	3.60	0.80	0.80	99.20
1/4"	6.350	0.80	0.18	0.98	99.02
N° 4	4.760	1.00	0.22	1.20	98.80
N° 10	2.000	1.80	0.40	1.60	98.40
N° 20	0.840	3.60	0.80	2.40	97.60
N° 30	0.590	3.90	0.87	3.27	96.73
N° 40	0.420	6.70	1.49	4.76	95.24
N° 60	0.250	23.20	5.16	9.91	90.09
N° 100	0.149	43.10	9.58	19.49	80.51
N° 200	0.074	53.20	11.82	31.31	68.69
Fondo	-	0.70	0.16	31.47	68.53
Perd. Lavado	-	308.40	68.53	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.



**Fig. 18. Curva Granulométrica. Calicata 01, Estrato 01**



Tabla 63. Análisis Granulométrico Calicata 01, Estrato 02

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNC					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
PROYECTO	Ampliación y Mejoramiento de la Infraestructura de la I.E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca				
RESPONSABLE	Bach. Jaime Antonio Revilla Moncada				
FECHA	Agosto 2012				
DATOS DE LAS MUESTRAS					
Sondaje				C1	
Muestra				M2	
Estrato				E2	
Profundidad (m)				0.80 - 1.05	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP339.128)					
Peso suelo seco (g)	450.0				
MACLA		P. R. P.	% R. P.	% R. A.	% A. P.
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	2.90	0.64	0.64	99.36
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.64	99.36
N° 4	4.760	1.00	0.22	0.87	99.13
N° 10	2.000	4.00	0.89	1.76	98.24
N° 20	0.840	4.90	1.09	2.84	97.16
N° 30	0.590	4.80	1.07	3.91	96.09
N° 40	0.420	8.90	1.98	5.89	94.11
N° 60	0.250	33.10	7.36	13.24	86.76
N° 100	0.149	66.50	14.78	28.02	71.98
N° 200	0.074	70.30	15.62	43.64	56.36
Fondo	-	1.20	0.27	43.91	56.09
Perd. Lavado	-	252.40	56.09	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

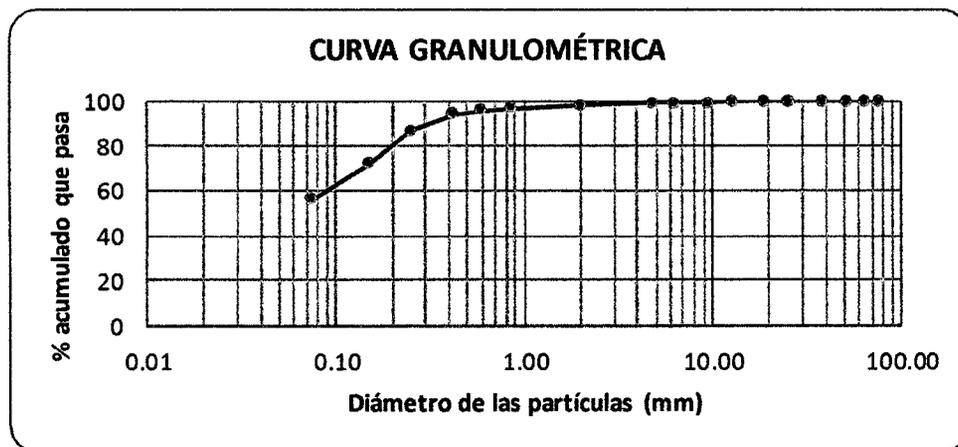


Fig. 19. Curva Granulométrica. Calicata 01, Estrato 02



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil

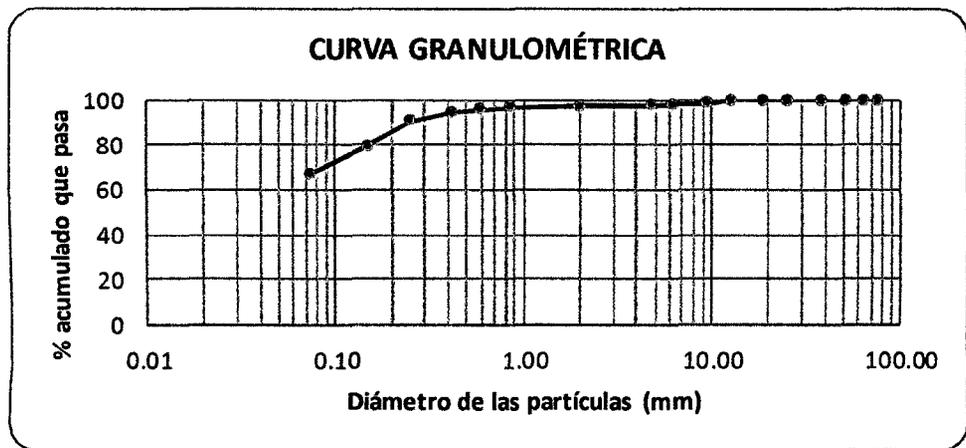
Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil

Ampliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca”

**Tabla 64. Análisis Granulométrico Calicata 02, Estrato 01**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNC					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
PROYECTO	Ampliación y Mejoramiento de la Infraestructura de la I.E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca				
RESPONSABLE	Bach. Jaime Antonio Revilla Moncada				
FECHA	Agosto 2012				
DATOS DE LAS MUESTRAS					
Sondaje	C2				
Muestra	M1				
Estrato	E1				
Profundidad (m)	0.45 - 0.75				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP339.128)					
Peso suelo seco (g)	450.0				
MALLA		P. R. P.	% R. P.	% R. A.	% A. P.
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	5.40	1.20	1.20	98.80
1/4"	6.350	1.60	0.36	1.56	98.44
N° 4	4.760	1.70	0.38	1.93	98.07
N° 10	2.000	2.20	0.49	2.42	97.58
N° 20	0.840	2.60	0.58	3.00	97.00
N° 30	0.590	3.50	0.78	3.78	96.22
N° 40	0.420	5.80	1.29	5.07	94.93
N° 60	0.250	18.50	4.11	9.18	90.82
N° 100	0.149	50.50	11.22	20.40	79.60
N° 200	0.074	55.40	12.31	32.71	67.29
Fondo	-	1.30	0.29	33.00	67.00
Perd. Lavado	-	301.50	67.00	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.



**Fig. 20. Curva Granulométrica. Calicata 02, Estrato 01**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil

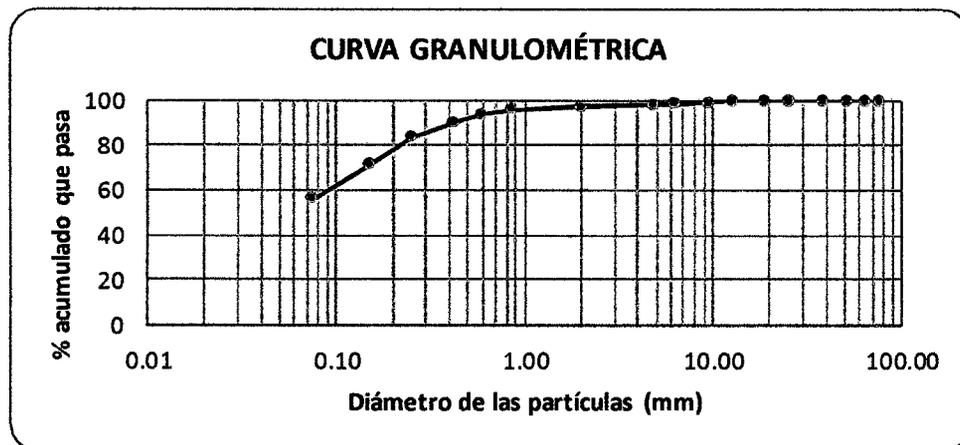
Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil

"Ampliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca"

**Tabla 65. Análisis Granulométrico Calicata 02, Estrato 02**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNC					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
PROYECTO	Ampliación y Mejoramiento de la Infraestructura de la I.E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca				
RESPONSABLE	Bach. Jaime Antonio Revilla Moncada				
FECHA	Agosto 2012				
<b>DATOS DE LAS MUESTRAS</b>					
Sondaje				C2	
Muestra				M2	
Estrato				E2	
Profundidad (m)				0.75 - 1.15	
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP339.128)</b>					
Peso suelo seco (g)	450.0				
<b>MALLA</b>		<b>P. R. P.</b>	<b>% R. P.</b>	<b>% R. A.</b>	<b>% A. P.</b>
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	3.20	0.71	0.71	99.29
1/4"	6.350	2.30	0.51	1.22	98.78
N° 4	4.760	2.30	0.51	1.73	98.27
N° 10	2.000	3.50	0.78	2.51	97.49
N° 20	0.840	6.40	1.42	3.93	96.07
N° 30	0.590	10.60	2.36	6.29	93.71
N° 40	0.420	15.40	3.42	9.71	90.29
N° 60	0.250	30.30	6.73	16.44	83.56
N° 100	0.149	54.30	12.07	28.51	71.49
N° 200	0.074	68.50	15.22	43.73	56.27
Fondo	-	1.50	0.33	44.07	55.93
Perd. Lavado	-	251.70	55.93	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.



**Fig. 21. Curva Granulométrica. Calicata 02, Estrato 02**



Tabla 66. Límites de consistencia. Calicata 01, Estrato 01

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNC						
LÍMITES DE CONSISTENCIA						
PROYECTO	Ampliación y Mejoramiento de la Infraestructura de la I.E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca					
RESPONSABLE	Bach. Jaime Antonio Revilla Moncada					
FECHA	Agosto 2012					
DATOS DE LAS MUESTRAS						
Sondaje	C1	C1	C1	C1	C1	C1
Muestra	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Estrato	E1	E1	E1	E1	E1	E1
Profundidad (m)	0.25 - 0.80	0.25 - 0.80	0.25 - 0.80	0.25 - 0.80	0.25 - 0.80	0.25 - 0.80
LÍMITE LÍQUIDO (NPT 339.129)					LÍMITE PLÁSTICO (NPT 339.129)	
N° de golpes	15	22	26	34		
Peso tara (g)	25.80	27.70	26.80	31.10	25.80	26.50
Peso tara + suelo húmedo (g)	41.50	41.60	42.50	47.10	32.50	33.30
Peso tara + suelo seco (g)	36.30	37.20	37.60	42.20	31.30	32.10
Peso suelo seco (g)	10.50	9.50	10.80	11.10	5.50	5.60
Peso agua (g)	5.20	4.40	4.90	4.90	1.20	1.20
Contenido de humedad (%)	49.52	46.32	45.37	44.14	21.82	21.43
LÍMITES	46.13				21.62	
INDICE DE PLASTICIDAD				24.51		

Fuente: Elaboración propia.

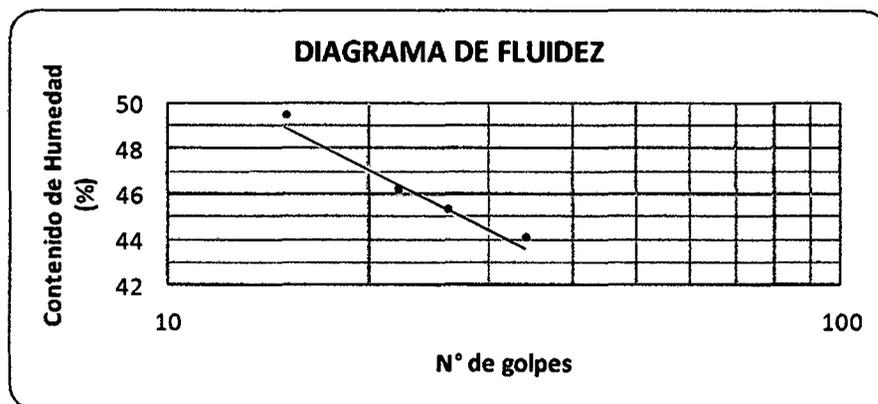


Fig. 22. Diagrama de Fluidez. Calicata 01, Estrato 01



Tabla 67. Límites de consistencia. Calicata 01, Estrato 02

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNC						
LÍMITES DE CONSISTENCIA						
PROYECTO	Ampliación y Mejoramiento de la Infraestructura de la I.E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca					
RESPONSABLE	Bach. Jaime Antonio Revilla Moncada					
FECHA	Agosto 2012					
DATOS DE LAS MUESTRAS						
Sondaje	C1	C1	C1	C1	C1	C1
Muestra	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Estrato	E2	E2	E2	E2	E2	E2
Profundidad (m)	0.80 - 1.05	0.80 - 1.05	0.80 - 1.05	0.80 - 1.05	0.80 - 1.05	0.80 - 1.05
					LÍMITE LÍQUIDO (NPT 339.129)	
N° de golpes	12	15	22	35	LÍMITE PLÁSTICO (NPT 339.129)	
Peso tara (g)	26.30	27.50	29.00	27.00	29.00	27.60
Peso tara + suelo húmedo (g)	42.30	43.40	43.50	42.20	35.40	36.50
Peso tara + suelo seco (g)	37.90	39.10	39.60	38.40	34.40	35.10
Peso suelo seco (g)	11.60	11.60	10.60	11.40	5.40	7.50
Peso agua (g)	4.40	4.30	3.90	3.80	1.00	1.40
Contenido de humedad (%)	37.93	37.07	36.79	33.33	18.52	18.67
LÍMITES			35.51		18.59	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD			16.92			

Fuente: Elaboración propia.

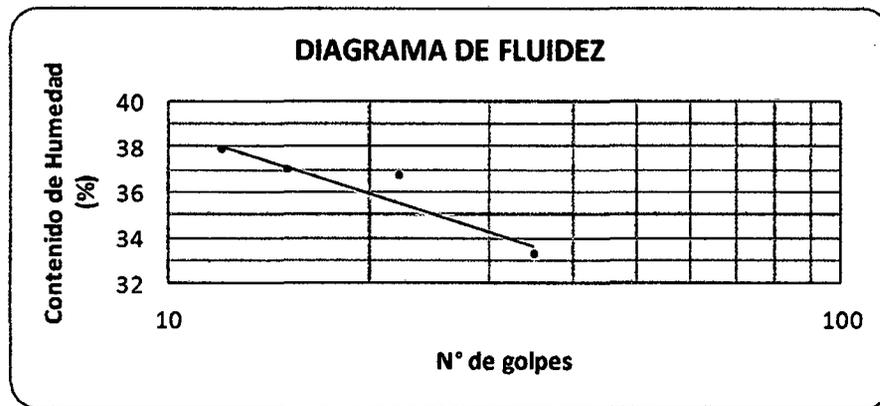


Fig. 23. Diagrama de Fluidez. Calicata 01, Estrato 02



Tabla 68. Límites de consistencia. Calicata 02, Estrato 01

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNC						
LIMITES DE CONSISTENCIA						
PROYECTO	Ampliación y Mejoramiento de la Infraestructura de la I.E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca					
RESPONSABLE	Bach. Jaime Antonio Revilla Moncada					
FECHA	Agosto 2012					
DATOS DE LAS MUESTRAS						
Sondaje	C2	C2	C2	C2	C2	C2
Muestra	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Estrato	E1	E1	E1	E1	E1	E1
Profundidad (m)	0.45 - 0.75	0.45 - 0.75	0.45 - 0.75	0.45 - 0.75	0.45 - 0.75	0.45 - 0.75
				LIMITE LIQUIDO (NPT 339.129)		LIMITE PLÁSTICO (NPT 339.129)
N° de golpes	16	23	28	35		
Peso tara (g)	25.40	28.10	25.20	30.90	26.00	26.70
Peso tara + suelo húmedo (g)	40.30	39.40	40.90	44.90	32.50	33.30
Peso tara + suelo seco (g)	36.50	36.60	37.10	41.60	31.30	32.30
Peso suelo seco (g)	11.10	8.50	11.90	10.70	5.30	5.60
Peso agua (g)	3.80	2.80	3.80	3.30	1.20	1.00
Contenido de humedad (%)	34.23	32.94	31.93	30.84	22.64	17.86
LIMITES			32.58		20.25	
INDICE DE PLASTICIDAD			12.33			

Fuente: Elaboración propia.

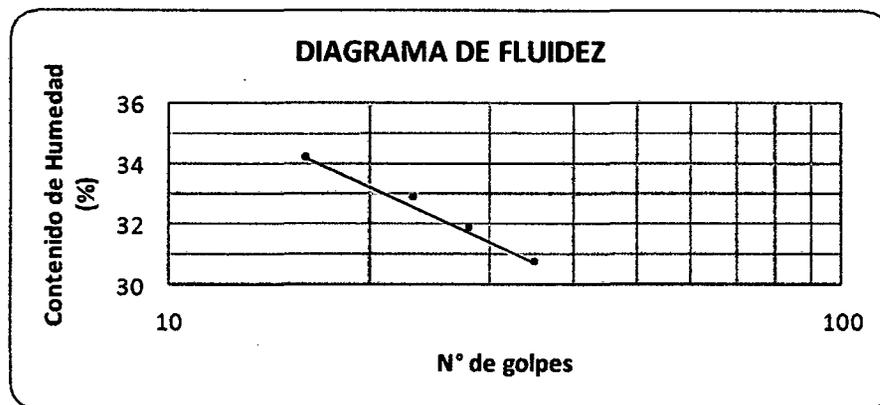


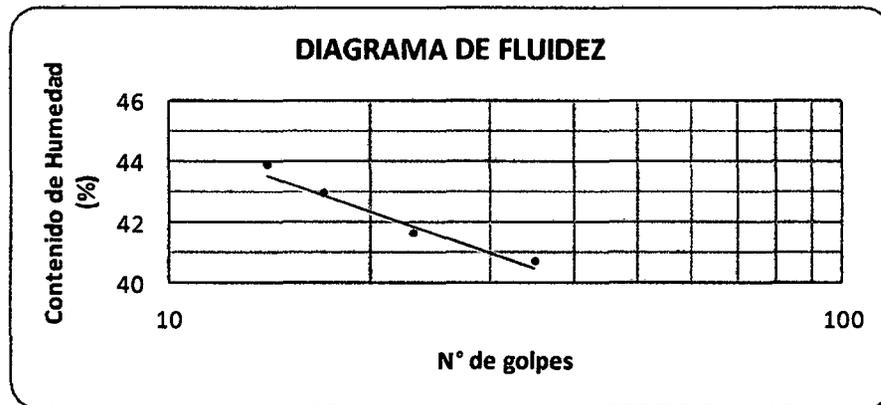
Fig. 24. Diagrama de Fluidez. Calicata 02, Estrato 01



**Tabla 69. Límites de consistencia. Calicata 02, Estrato 02**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNC						
LÍMITES DE CONSISTENCIA						
PROYECTO	Ampliación y Mejoramiento de la Infraestructura de la I.E. N°82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca					
RESPONSABLE	Bach. Jaime Antonio Revilla Moncada					
FECHA	Agosto 2012					
DATOS DE LAS MUESTRAS						
Sondaje	C2	C2	C2	C2	C2	C2
Muestra	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Estrato	E2	E2	E2	E2	E2	E2
Profundidad (m)	0.75 - 1.15	0.75 - 1.15	0.75 - 1.15	0.75 - 1.15	0.75 - 1.15	0.75 - 1.15
					LÍMITE LÍQUIDO (NPT 339.129)	
N° de golpes	14	17	23	35	LÍMITE PLÁSTICO (NPT 339.129)	
Peso tara (g)	28.30	27.40	28.80	27.30	29.40	27.20
Peso tara + suelo húmedo (g)	41.40	43.70	44.10	42.50	35.70	36.20
Peso tara + suelo seco (g)	37.40	38.80	39.60	38.10	34.60	35.00
Peso suelo seco (g)	9.10	11.40	10.80	10.80	5.20	7.80
Peso agua (g)	4.00	4.90	4.50	4.40	1.10	1.20
Contenido de humedad (%)	43.96	42.98	41.67	40.74	21.15	15.38
LÍMITES					41.94	18.27
ÍNDICE DE PLASTICIDAD				23.67		

Fuente: Elaboración propia.



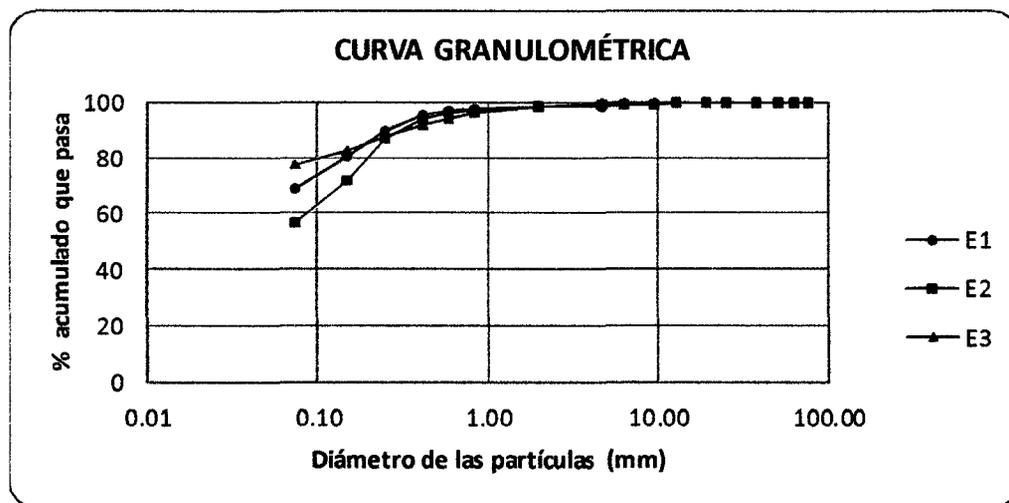
**Fig. 25. Diagrama de Fluidez. Calicata 02, Estrato 02**



**Tabla 70. Clasificación de Suelos. Calicata 01**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNC					
CLASIFICACIÓN DESUELOS (SUCS)					
PROYECTO	Ampliación y Mejoramiento de la Infraestructura de la I.E. N°82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca				
RESPONSABLE	Bach. Jaime Antonio Revilla Moncada				
FECHA	Agosto 2012				
DATOS DE LAS MUESTRAS					
Sondaje	C1	C1	C1	C1	C1
Muestra	M1	M2	M3	M3	M3
Estrato	E1	E2	E3	E3	E3
Profundidad (m)	0.25 - 0.80	0.80 - 1.05	1.05 - 3.55	1.05 - 3.55	1.05 - 3.55
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	76.20	100.00	100.00	100.00
	2 1/2"	63.50	100.00	100.00	100.00
	2"	50.80	100.00	100.00	100.00
	1 1/2"	38.10	100.00	100.00	100.00
	1"	25.40	100.00	100.00	100.00
	3/4"	19.10	100.00	100.00	100.00
	1/2"	12.70	100.00	100.00	100.00
	3/8"	9.520	99.20	99.36	100.00
	1/4"	6.350	99.02	99.36	99.86
	N° 4	4.760	98.80	99.13	99.64
	N° 10	2.000	98.40	98.24	98.24
	N° 20	0.840	97.60	97.16	96.04
	N° 30	0.590	96.73	96.09	94.14
	N° 40	0.420	95.24	94.11	91.80
	N° 60	0.250	90.09	86.76	87.40
N° 100	0.149	80.51	71.98	82.48	
N° 200	0.074	68.69	56.36	77.80	
Contenido de Humedad		21.04	8.71	23.31	
Límite Líquido		46.13	35.51	30.18	
Límite Plástico		21.62	18.59	23.54	
Índice de plasticidad		24.51	16.92	6.64	
Símbolo de grupo		CL	CL	ML	
Nombre de grupo		Arcilla Ligera Arenosa	Arcilla Ligera Arenosa	Limo con arena	

Fuente: Elaboración propia.



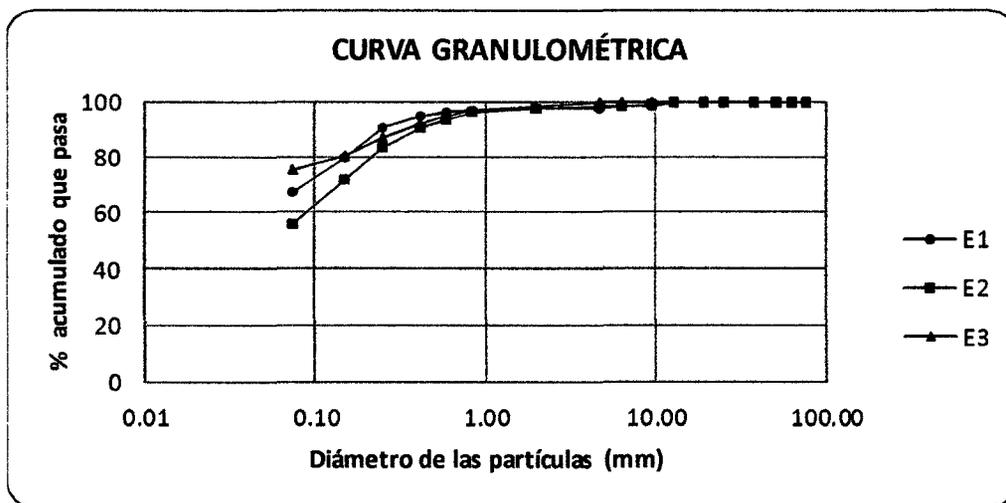
**Fig. 26. Curvas Granulométricas. Calicata 01**



**Tabla 71. Clasificación de Suelos. Calicata 02**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNC CLASIFICACIÓN DESUELOS (SUCS)					
PROYECTO	Ampliación y Mejoramiento de la Infraestructura de la I.E. N°82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca				
RESPONSABLE	Bach. Jaime Antonio Revilla Moncada				
FECHA	Agosto 2012				
<b>DATOS DE LAS MUESTRAS</b>					
Sondaje	C2	C2	C2		
Muestra	M1	M2	M3		
Estrato	E1	E2	E3		
Profundidad (m)	0.45 - 0.74	0.75 - 1.15	1.15 - 3.65		
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	76.20	100.00	100.00	100.00
	2 1/2"	63.50	100.00	100.00	100.00
	2"	50.80	100.00	100.00	100.00
	1 1/2"	38.10	100.00	100.00	100.00
	1"	25.40	100.00	100.00	100.00
	3/4"	19.10	100.00	100.00	100.00
	1/2"	12.70	100.00	100.00	100.00
	3/8"	9.520	98.80	99.29	100.00
	1/4"	6.350	98.44	98.78	99.94
	N° 4	4.760	98.07	98.27	99.78
	N° 10	2.000	97.58	97.49	98.66
	N° 20	0.840	97.00	96.07	96.76
	N° 30	0.590	96.22	93.71	94.64
	N° 40	0.420	94.93	90.29	91.94
	N° 60	0.250	90.82	83.56	86.66
N° 100	0.149	79.60	71.49	80.56	
N° 200	0.074	67.29	56.27	75.48	
Contenido de Humedad		19.96	18.56	23.33	
Límite Líquido		32.58	41.94	33.48	
Límite Plástico		20.25	18.27	28.47	
Índice de plasticidad		12.33	23.67	5.01	
Símbolo de grupo		CL	CL	ML	
Nombre de grupo		Arcilla Ligera Arenosa	Arcilla Ligera Arenosa	Limo con arena	

Fuente: Elaboración propia.



**Fig. 1. Curvas Granulométricas. Calicata 02**



### 7.4. Estudio hidrológico

#### Prueba de Smirnov – Kolmogorov

Análisis para 5 minutos:

$\alpha =$  13.4856                       $\mu =$  68.9812

m	x	$P(x < X) = 1 - \frac{m}{n+1}$	F(x)	$\Delta$
1	112.804	0.9744	0.9620	0.0124
2	109.466	0.9487	0.9515	0.0028
3	108.070	0.9231	0.9464	0.0233
4	105.010	0.8974	0.9332	0.0358
5	102.151	0.8718	0.9181	0.0463
6	100.555	0.8462	0.9083	0.0621
7	97.762	0.8205	0.8884	0.0679
8	88.296	0.7949	0.7876	0.0073
9	84.949	0.7692	0.7364	0.0329
10	83.563	0.7436	0.7124	0.0312
11	83.008	0.7179	0.7023	0.0157
12	82.721	0.6923	0.6970	0.0047
13	80.216	0.6667	0.6475	0.0192
14	79.384	0.6410	0.6298	0.0112
15	78.552	0.6154	0.6115	0.0038
16	78.265	0.5897	0.6051	0.0154
17	77.988	0.5641	0.5988	0.0347
18	77.711	0.5385	0.5925	0.0540
19	77.156	0.5128	0.5796	0.0668
20	76.879	0.4872	0.5731	0.0859
21	76.879	0.4615	0.5731	0.1115
22	76.315	0.4359	0.5596	0.1237
23	75.206	0.4103	0.5324	0.1222
24	73.810	0.3846	0.4971	0.1124
25	70.750	0.3590	0.4160	0.0570
26	70.750	0.3333	0.4160	0.0827
27	67.680	0.3077	0.3324	0.0248
28	62.670	0.2821	0.2025	0.0795
29	62.115	0.2564	0.1894	0.0670
30	61.838	0.2308	0.1830	0.0478
31	57.936	0.2051	0.1035	0.1016
32	57.382	0.1795	0.0941	0.0854
33	57.382	0.1538	0.0941	0.0598
34	56.263	0.1282	0.0767	0.0515
35	55.154	0.1026	0.0615	0.0410
36	50.698	0.0769	0.0207	0.0563
37	50.411	0.0513	0.0190	0.0323
38	49.302	0.0256	0.0135	0.0121
Estadístico de Smirnov - Kolmogorov				0.1237
Valor crítico de $\Delta_0$				0.246

OK

Fuente: Elaboración propia



### Prueba de Smirnov – Kolmogorov

Análisis para 10 minutos:

$\alpha =$  8.0054                       $\mu =$  41.0119

m	x	$P(x < X) = 1 - \frac{m}{n+1}$	F(x)	$\Delta$
1	67.08	0.9744	0.9622	0.0122
2	65.09	0.9487	0.9518	0.0031
3	64.26	0.9231	0.9467	0.0236
4	62.44	0.8974	0.9335	0.0361
5	60.29	0.8718	0.9139	0.0421
6	59.79	0.8462	0.9087	0.0625
7	58.13	0.8205	0.8888	0.0683
8	52.51	0.7949	0.7882	0.0066
9	50.52	0.7692	0.7371	0.0321
10	49.68	0.7436	0.7129	0.0307
11	49.36	0.7179	0.7029	0.0150
12	49.19	0.6923	0.6976	0.0053
13	47.70	0.6667	0.6480	0.0187
14	47.20	0.6410	0.6302	0.0108
15	46.70	0.6154	0.6118	0.0036
16	46.54	0.5897	0.6057	0.0159
17	46.38	0.5641	0.5995	0.0354
18	46.20	0.5385	0.5929	0.0544
19	45.88	0.5128	0.5802	0.0673
20	45.71	0.4872	0.5733	0.0861
21	45.71	0.4615	0.5733	0.1118
22	45.38	0.4359	0.5603	0.1244
23	44.72	0.4103	0.5331	0.1228
24	43.89	0.3846	0.4976	0.1130
25	42.06	0.3590	0.4161	0.0571
26	42.06	0.3333	0.4161	0.0827
27	40.25	0.3077	0.3328	0.0251
28	37.26	0.2821	0.2025	0.0796
29	36.93	0.2564	0.1891	0.0673
30	36.77	0.2308	0.1828	0.0480
31	34.45	0.2051	0.1034	0.1017
32	34.12	0.1795	0.0938	0.0856
33	34.12	0.1538	0.0938	0.0600
34	33.46	0.1282	0.0766	0.0516
35	32.79	0.1026	0.0612	0.0414
36	30.14	0.0769	0.0205	0.0565
37	29.98	0.0513	0.0189	0.0324
38	29.32	0.0256	0.0134	0.0122
Estadístico de Smirnov - Kolmogorov				0.1244
Valor crítico de $\Delta_0$				0.246

OK

Fuente: Elaboración propia



**Prueba de Smirnov – Kolmogorov**

Análisis para 30 minutos:

$\alpha =$  3.5121                       $\mu =$  17.9917

m	x	$P(x < X) = 1 - \frac{m}{(n+1)}$	F(x)	$\Delta$
1	29.42	0.9744	0.9621	0.0122
2	28.55	0.9487	0.9518	0.0030
3	28.19	0.9231	0.9466	0.0236
4	27.40	0.8974	0.9336	0.0361
5	26.45	0.8718	0.9139	0.0421
6	26.23	0.8462	0.9086	0.0625
7	25.50	0.8205	0.8888	0.0683
8	23.03	0.7949	0.7883	0.0066
9	22.16	0.7692	0.7367	0.0325
10	21.80	0.7436	0.7132	0.0304
11	21.65	0.7179	0.7026	0.0154
12	21.58	0.6923	0.6978	0.0055
13	20.92	0.6667	0.6478	0.0189
14	20.71	0.6410	0.6307	0.0104
15	20.49	0.6154	0.6122	0.0032
16	20.41	0.5897	0.6056	0.0158
17	20.35	0.5641	0.5998	0.0357
18	20.27	0.5385	0.5930	0.0546
19	20.13	0.5128	0.5803	0.0674
20	20.05	0.4872	0.5734	0.0862
21	20.05	0.4615	0.5734	0.1118
22	19.91	0.4359	0.5602	0.1243
23	19.62	0.4103	0.5333	0.1230
24	19.26	0.3846	0.4979	0.1133
25	18.45	0.3590	0.4163	0.0573
26	18.45	0.3333	0.4163	0.0829
27	17.65	0.3077	0.3323	0.0246
28	16.35	0.2821	0.2028	0.0792
29	16.20	0.2564	0.1889	0.0675
30	16.13	0.2308	0.1830	0.0478
31	15.11	0.2051	0.1030	0.1021
32	14.96	0.1795	0.0937	0.0858
33	14.96	0.1538	0.0937	0.0601
34	14.68	0.1282	0.0766	0.0516
35	14.38	0.1026	0.0611	0.0415
36	13.22	0.0769	0.0205	0.0564
37	13.15	0.0513	0.0188	0.0324
38	12.86	0.0256	0.0134	0.0122
Estadístico de Smirnov - Kolmogorov				0.1243
Valor crítico de $\Delta_0$				0.246

OK

Fuente: Elaboración propia



### Prueba de Smirnov – Kolmogorov

Análisis para 60 minutos:

$\alpha =$  2.0877                       $\mu =$  10.6994

m	x	$P(x < X) = 1 - m/(n+1)$	F(x)	$\Delta$
1	17.50	0.9744	0.9622	0.0121
2	16.98	0.9487	0.9519	0.0032
3	16.76	0.9231	0.9467	0.0236
4	16.28	0.8974	0.9334	0.0360
5	15.73	0.8718	0.9141	0.0423
6	15.60	0.8462	0.9086	0.0625
7	15.17	0.8205	0.8889	0.0684
8	13.69	0.7949	0.7879	0.0070
9	13.18	0.7692	0.7369	0.0323
10	12.96	0.7436	0.7124	0.0312
11	12.87	0.7179	0.7023	0.0157
12	12.83	0.6923	0.6977	0.0054
13	12.44	0.6667	0.6477	0.0190
14	12.32	0.6410	0.6306	0.0104
15	12.18	0.6154	0.6117	0.0037
16	12.14	0.5897	0.6062	0.0164
17	12.10	0.5641	0.5992	0.0351
18	12.06	0.5385	0.5935	0.0551
19	11.96	0.5128	0.5792	0.0664
20	11.92	0.4872	0.5734	0.0862
21	11.92	0.4615	0.5734	0.1118
22	11.84	0.4359	0.5601	0.1242
23	11.67	0.4103	0.5329	0.1226
24	11.45	0.3846	0.4969	0.1123
25	10.98	0.3590	0.4167	0.0577
26	10.98	0.3333	0.4167	0.0834
27	10.50	0.3077	0.3327	0.0250
28	9.72	0.2821	0.2029	0.0792
29	9.64	0.2564	0.1897	0.0667
30	9.59	0.2308	0.1826	0.0482
31	8.99	0.2051	0.1034	0.1018
32	8.90	0.1795	0.0939	0.0855
33	8.90	0.1538	0.0939	0.0599
34	8.73	0.1282	0.0767	0.0515
35	8.56	0.1026	0.0615	0.0411
36	7.86	0.0769	0.0203	0.0566
37	7.82	0.0513	0.0189	0.0324
38	7.65	0.0256	0.0134	0.0122
Estadístico de Smirnov - Kolmogorov				0.1242
Valor crítico de $\Delta_0$				0.246

OK

Fuente: Elaboración propia



**Prueba de Smirnov – Kolmogorov**

Análisis para 120 minutos:

$\alpha =$  1.2423                       $\mu =$  6.3605

m	x	$P(x < X) = 1 - \frac{m}{(n+1)}$	F(x)	$\Delta$
1	10.40	0.9744	0.9621	0.0122
2	10.10	0.9487	0.9518	0.0031
3	9.96	0.9231	0.9465	0.0234
4	9.69	0.8974	0.9336	0.0361
5	9.35	0.8718	0.9139	0.0421
6	9.28	0.8462	0.9087	0.0626
7	9.02	0.8205	0.8888	0.0683
8	8.15	0.7949	0.7887	0.0062
9	7.83	0.7692	0.7364	0.0329
10	7.71	0.7436	0.7130	0.0306
11	7.66	0.7179	0.7036	0.0143
12	7.63	0.6923	0.6979	0.0055
13	7.40	0.6667	0.6487	0.0179
14	7.32	0.6410	0.6311	0.0099
15	7.25	0.6154	0.6130	0.0024
16	7.22	0.5897	0.6060	0.0163
17	7.19	0.5641	0.5989	0.0348
18	7.17	0.5385	0.5942	0.0557
19	7.11	0.5128	0.5798	0.0669
20	7.09	0.4872	0.5724	0.0852
21	7.09	0.4615	0.5724	0.1109
22	7.04	0.4359	0.5600	0.1241
23	6.93	0.4103	0.5321	0.1218
24	6.81	0.3846	0.4979	0.1133
25	6.52	0.3590	0.4154	0.0564
26	6.52	0.3333	0.4154	0.0821
27	6.24	0.3077	0.3335	0.0258
28	5.78	0.2821	0.2016	0.0804
29	5.73	0.2564	0.1893	0.0671
30	5.70	0.2308	0.1821	0.0487
31	5.35	0.2051	0.1039	0.1012
32	5.29	0.1795	0.0934	0.0861
33	5.29	0.1538	0.0934	0.0605
34	5.19	0.1282	0.0772	0.0510
35	5.09	0.1026	0.0616	0.0410
36	4.68	0.0769	0.0206	0.0563
37	4.65	0.0513	0.0188	0.0324
38	4.54	0.0256	0.0133	0.0124
Estadístico de Smirnov - Kolmogorov				0.1241
Valor crítico de $\Delta_0$				0.246 OK

Fuente: Elaboración propia



### Simulación del modelo probabilístico de Gumbel

n (años)	R %	Periodo de retorno T (años)	INTENSIDADES MÁXIMAS SIMULADAS (mm/h)				
			5'	10'	30'	60'	120'
			$\alpha = 13.486$ $\mu = 68.981$	$\alpha = 08.005$ $\mu = 41.012$	$\alpha = 03.512$ $\mu = 17.992$	$\alpha = 02.088$ $\mu = 10.699$	$\alpha = 01.242$ $\mu = 06.360$
5	0.05	97.979	130.74	77.67	34.08	20.26	12.05
	0.10	47.958	121.03	71.91	31.55	18.76	11.16
	0.15	31.268	115.19	68.44	30.03	17.85	10.62
	0.20	22.911	110.91	65.90	28.91	17.19	10.22
	<b>0.226</b>	<b>20.000</b>	<b>109.04</b>	<b>64.79</b>	<b>28.42</b>	<b>16.90</b>	<b>10.05</b>
	0.25	17.885	107.49	63.87	28.02	16.66	9.91
	0.30	14.524	104.59	62.15	27.26	16.21	9.64
	0.35	12.114	102.04	60.64	26.60	15.82	9.41
	0.64	5.391	90.34	53.69	23.55	14.01	8.33

Fuente: Elaboración propia

## 7.5. Hidráulica

### Cálculo de caudales:

Tabla 72. Coeficiente de escorrentía.

	Periodo de retorno (años)	
	10	25
C. Escorrentía	0.83	0.88

Fuente: NTP OS.060

Por interpolación, para  $T_r = 20$  años tenemos:  $C = 0.863$

Volumen	Superficie	Pendiente	Longitud (m)	Tc (Federal Aviation Admin.) (min)	I (mm/h)	Área Techada (m <sup>2</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
Pabellón principal	Anterior (Mitad)	0.5%	13.30	4.15	125.42	78.5	0.024
	Posterior (Mitad)	0.5%	13.30	4.07	127.25	59.2	0.018
Escalera	-	1.0%	2.20	1.65	250.22	15.8	0.009
Pasillo		0.5%	2.85	2.47	184.81	9.34	0.004

Fuente: Elaboración propia.



### Diseño de la canaleta

Tabla 73. Propuesta de canaleta.

Diámetro	Tirante	Tetha	Área	Perímetro Mojado	Radio hidráulico	Rugosidad Manning	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
0.25	0.113	168.522	0.023	0.368	0.062	0.010	0.026

 OK

Fuente: Elaboración propia.

### Diseño de la cuneta

Ancho	Tirante	Pendiente	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro Mojado (m)	Radio hidráulico	Rugosidad Manning	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
0.3	0.30	1.5%	0.045	0.900	0.050	0.012	0.062

 OK

### Diseño de la montante de aguas de lluvia

Tabla 74. Propuesta de montante.

Volumen	Lado	Caudal (l/s)	Diámetro (Pulg.)	Velocidad (m/s)
Pabellón principal	Izquierdo	23.60	4.0	2.91
	Derecho	18.06	4.0	2.23
Escalera	-	9.48	2.0	4.68
Pasillo	-	4.14	2.0	2.04

Fuente: Elaboración propia.



## 7.6. Diseño de elementos estructurales

### 7.6.1. Diseño de columnas

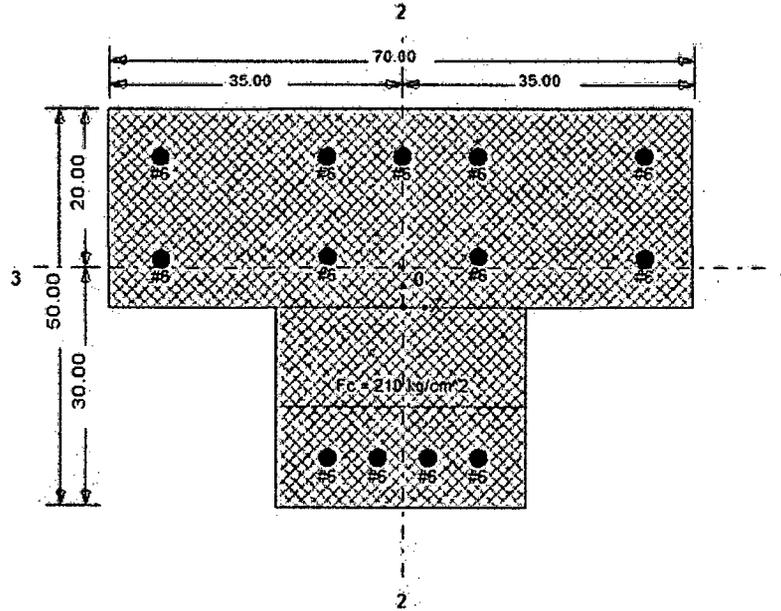


Fig. 27. Geometría y distribución de acero en columna T

Column Loads: Simple Mode

Sr. No	Load Comb	Load-Pu (ton)	Mux-Bot (ton-m)	Muy-Bot (ton-m)	Mux-Top (ton-m)	Muy-Top (ton-m)
1	MV MAX	47.800	1.25	2.63	1.60	-0.66
2	MV MIN	64.768	-1.17	0.48	-1.70	-4.08
3	MVSX MAX	42.013	16.49	2.11	8.54	-0.51
4	MVSX MIN	55.255	-16.42	0.37	-8.61	-3.25
5	MVSY MAX	42.219	1.13	2.60	1.38	-0.34
6	MVSY MIN	55.050	-1.06	-0.12	-1.45	-3.42
7	MSX MAX	29.191	15.58	0.48	7.36	-0.45
8	MSX MIN	29.957	-15.56	0.31	-7.35	-0.67
9	MSY MAX	29.397	0.21	0.96	0.21	-0.28
10	MSY MIN	29.752	-0.20	-0.17	-0.20	-0.84
11						
12						
13						
14						

Import... OK Cancel

Fig. 28. Cargas en las columnas procedentes del ETABS

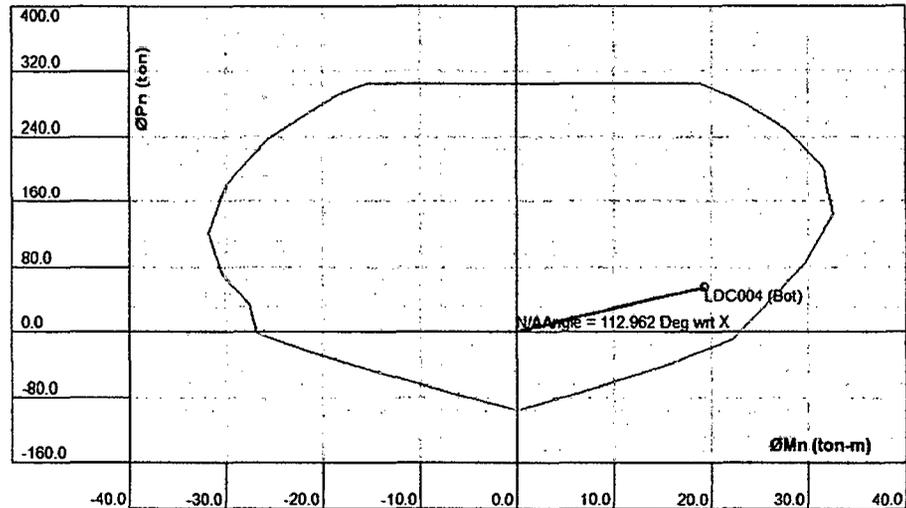


Fig. 29. Diagrama de iteración en el programa CSI COL para la combinación de carga N° 04

Capacity Calculation Results											
Bottom End						Top End					
Sr. No	Load Comb	Load/Pu (ton)	Mux (ton-m)	Muy (ton-m)	Muz (ton-m)	Mix/My Angle (Deg)	Load Vector	Capacity Vector	Capacity Ratio	N/A Angle (deg)	N/A Depth (cm)
1	MV MAX	47.800	1.25	2.63	2.91	64.6	N/A	N/A	0.16	310.7	29.57
2	MV MIN	64.768	-1.17	0.48	1.26	157.7	N/A	N/A	0.20	203.3	26.22
3	MVSK MAX	42.013	16.49	2.11	16.62	7.3	N/A	N/A	0.85	357.3	11.17
4	MVSK MIN	55.255	-16.42	0.37	16.42	178.7	N/A	N/A	0.60	182.4	24.28
5	MVSY MAX	42.219	1.13	2.60	2.83	66.5	N/A	N/A	0.15	305.2	29.27
6	MVSY MIN	55.050	-1.06	-0.12	1.07	185.5	N/A	N/A	0.17	172.9	24.78
7	MSX MAX	29.191	15.58	0.48	15.58	1.8	N/A	N/A	0.76	359.6	8.74
8	MSX MIN	29.957	-15.56	0.31	15.56	178.9	N/A	N/A	0.57	183.4	20.85
9	MSY MAX	29.397	0.21	0.96	0.98	77.7	N/A	N/A	0.09	274.9	23.93
10	MSY MIN	29.752	-0.20	-0.17	0.26	220.4	N/A	N/A	0.09	140.4	20.55

Fig. 30. Resultados del análisis de la sección para las cargas en la columna C4 primer nivel.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil**  
**Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil**

**Ampliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca"**

Capacity Calculation Results

Bottom End | Top End

Sr. No	Load Comb	Load-Pu (ton)	Mux (ton-m)	Muy (ton-m)	Muz (ton-m)	Mx-My Angle (Deg)	Load Vector	Capacity Vector	Capacity Ratio	N/A Angle (deg)
1	MV MAX	17.363	0.87	6.98	7.04	82.9	N/A	N/A	0.27	264.8
2	MV MIN	19.244	-2.30	4.76	5.29	115.8	N/A	N/A	0.20	234.8
3	MVSX MAX	15.452	3.79	5.93	7.04	57.5	N/A	N/A	0.38	331.1
4	MVSX MIN	16.954	-5.08	4.10	6.53	141.1	N/A	N/A	0.26	219.7
5	MVSY MAX	15.235	0.83	6.40	6.45	82.6	N/A	N/A	0.25	264.5
6	MVSY MIN	17.171	-2.13	3.63	4.21	120.3	N/A	N/A	0.17	231.9
7	MSX MAX	11.138	2.77	2.95	4.05	46.8	N/A	N/A	0.24	342.4
8	MSX MIN	11.257	-3.76	2.76	4.66	143.7	N/A	N/A	0.19	218.9
9	MSY MAX	10.921	-0.19	3.42	3.43	93.1	N/A	N/A	0.12	250.8
10	MSY MIN	11.474	0.81	2.29	2.43	108.4	N/A	N/A	0.09	238.0

Done

Fig. 31. Resultados del análisis de la sección para las cargas en la columna C4 segundo nivel.

Capacity Calculation Results

Bottom End | Top End

Sr. No	Load Comb	Load-Pu (ton)	Mux (ton-m)	Muy (ton-m)	Muz (ton-m)	Mx-My Angle (Deg)	Load Vector	Capacity Vector	Capacity Ratio	N/A Angle (deg)
1	MV MAX	36.233	0.86	5.08	5.15	80.4	N/A	N/A	0.21	269.8
2	MV MIN	45.537	-0.89	1.18	1.48	127.1	N/A	N/A	0.14	227.2
3	MVSX MAX	31.837	16.24	3.99	16.72	13.8	N/A	N/A	0.91	355.2
4	MVSX MIN	39.201	-16.27	1.08	16.31	176.2	N/A	N/A	0.60	185.9
5	MVSY MAX	31.901	0.83	4.45	4.53	79.4	N/A	N/A	0.19	271.0
6	MVSY MIN	39.136	-0.86	0.62	1.06	144.5	N/A	N/A	0.12	216.4
7	MSX MAX	22.000	15.59	0.98	15.62	3.6	N/A	N/A	0.79	358.9
8	MSX MIN	22.523	-15.63	0.94	15.66	176.6	N/A	N/A	0.57	187.8
9	MSY MAX	22.064	0.18	1.44	1.45	82.7	N/A	N/A	0.07	265.4
10	MSY MIN	22.459	-0.22	0.47	0.52	115.0	N/A	N/A	0.07	234.8

Done

Fig. 32. Resultados del análisis de la sección para las cargas en la columna C14 primer nivel.



Capacity Calculation Results											
Bottom End						Top End					
Sr. No	Load Comb	Load-Pu (ton)	Mux (ton-m)	Muy (ton-m)	Muz (ton-m)	Mx-My Angle (Deg)	Load Vector	Capacity Vector	Capacity Ratio	N/A Angle (deg)	
1	MV MAX	16.118	1.03	15.64	15.67	86.2	N/A	N/A	0.57	258.9	
2	MV MIN	17.651	-1.16	12.15	12.21	95.4	N/A	N/A	0.42	249.6	
3	MVSX MAX	14.344	4.07	13.31	13.92	73.0	N/A	N/A	0.64	285.9	
4	MVSX MIN	15.544	-4.18	10.69	11.48	111.4	N/A	N/A	0.44	237.0	
5	MVSY MAX	14.200	1.04	14.75	14.79	86.0	N/A	N/A	0.54	260.1	
6	MVSY MIN	15.688	-1.15	9.25	9.32	97.1	N/A	N/A	0.32	247.7	
7	MSX MAX	10.282	3.29	7.30	8.01	65.8	N/A	N/A	0.41	315.2	
8	MSX MIN	10.355	-3.36	7.25	7.99	114.8	N/A	N/A	0.32	235.3	
9	MSY MAX	10.138	0.26	8.75	8.75	88.3	N/A	N/A	0.30	255.2	
10	MSY MIN	10.499	-0.32	5.81	5.81	93.2	N/A	N/A	0.20	250.8	

Fig. 33. Resultados del análisis de la sección para las cargas en la columna C14 segundo nivel.

Se puede observar en las tablas de resultados del análisis, que la relación de resistencia requerida – resistencia suministrada es menor que uno (1), lo cual indica que la sección cumple para las cargas impuestas.

### 7.6.2. Diseño de muros estructurales

A continuación se muestran las resistencias requeridas por el análisis estructural realizado en el programa ETABS.

Tabla 75. Combinaciones de carga para la placa P01.

Story	Pier	Load	Loc	P	M2	M3
STORY2	P01	MV MAX	Top	-29.884	-5.0136	-21.6651
STORY2	P01	MV MAX	Bottom	-45.205	9.6336	-43.4962
STORY2	P01	MV MIN	Top	-33.579	-5.4006	-23.1978
STORY2	P01	MV MIN	Bottom	-48.9	5.9441	-46.4928
STORY2	P01	MVSXPOS MAX	Top	-23.852	0.9354	-18.1562
STORY2	P01	MVSXPOS MAX	Bottom	-37.531	12.4083	-35.4879
STORY2	P01	MVSXPOS MIN	Top	-32.368	-10.1369	-21.4028
STORY2	P01	MVSXPOS MIN	Bottom	-46.047	0.9327	-43.5336
STORY2	P01	MVSYPOS MAX	Top	-26.371	-4.2217	-3.6904
STORY2	P01	MVSYPOS MAX	Bottom	-40.05	8.3528	25.1419
STORY2	P01	MVSYPOS MIN	Top	-29.849	-4.9798	-35.8687
STORY2	P01	MVSYPOS MIN	Bottom	-43.528	4.9882	-104.1634
STORY2	P01	MSXPOS MAX	Top	-16.594	2.2441	-12.3463
STORY2	P01	MSXPOS MAX	Bottom	-26.443	8.2305	-23.2991
STORY2	P01	MSXPOS MIN	Top	-22.393	-8.5436	-14.4659
STORY2	P01	MSXPOS MIN	Bottom	-32.242	-0.5322	-29.1414

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil

Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil

Ampliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca"

Story	Pier	Load	Loc	P	M2	M3
STORY2	P01	MSYPOS MAX	Top	-19.113	-2.9129	2.1196
STORY2	P01	MSYPOS MAX	Bottom	-28.962	4.175	37.3307
STORY2	P01	MSYPOS MIN	Top	-19.875	-3.3865	-28.9318
STORY2	P01	MSYPOS MIN	Bottom	-29.723	3.5233	-89.7712
STORY2	P01	MVSXNEG MAX	Top	-23.852	0.9354	-18.1562
STORY2	P01	MVSXNEG MAX	Bottom	-37.531	12.4083	-35.4879
STORY2	P01	MVSXNEG MIN	Top	-32.368	-10.1369	-21.4028
STORY2	P01	MVSXNEG MIN	Bottom	-46.047	0.9327	-43.5336
STORY2	P01	MVSYNEG MAX	Top	-26.37	-4.22	-3.69
STORY2	P01	MVSYNEG MAX	Bottom	-40.05	8.35	25.14
STORY2	P01	MVSYNEG MIN	Top	-29.85	-4.98	-35.87
STORY2	P01	MVSYNEG MIN	Bottom	-43.53	4.99	-104.16
STORY2	P01	MSXNEG MAX	Top	-16.59	2.24	-12.35
STORY2	P01	MSXNEG MAX	Bottom	-26.443	8.2305	-23.2991
STORY2	P01	MSXNEG MIN	Top	-22.393	-8.5436	-14.4659
STORY2	P01	MSXNEG MIN	Bottom	-32.242	-0.5322	-29.1414
STORY2	P01	MSYNEG MAX	Top	-19.113	-2.9129	2.1196
STORY2	P01	MSYNEG MAX	Bottom	-28.962	4.175	37.3307
STORY2	P01	MSYNEG MIN	Top	-19.875	-3.3865	-28.9318
STORY2	P01	MSYNEG MIN	Bottom	-29.723	3.5233	-89.7712
STORY1	P01	MV MAX	Top	-66.833	-3.4914	-64.2287
STORY1	P01	MV MAX	Bottom	-85.801	3.8538	-76.0363
STORY1	P01	MV MIN	Top	-81.847	-7.8044	-82.7852
STORY1	P01	MV MIN	Bottom	-100.816	1.7263	-103.0873
STORY1	P01	MVSXPOS MAX	Top	-51.615	3.7085	-53.5624
STORY1	P01	MVSXPOS MAX	Bottom	-68.551	13.9164	-58.626
STORY1	P01	MVSXPOS MIN	Top	-79	-13.1553	-74.0949
STORY1	P01	MVSXPOS MIN	Bottom	-95.936	-9.249	-95.8965
STORY1	P01	MVSYPOS MAX	Top	-59.429	-2.9273	6.3893
STORY1	P01	MVSYPOS MAX	Bottom	-76.364	3.3865	174.3223
STORY1	P01	MVSYPOS MIN	Top	-71.187	-6.5195	-134.0466
STORY1	P01	MVSYPOS MIN	Bottom	-88.122	1.2809	-328.8448
STORY1	P01	MSXPOS MAX	Top	-35.261	4.5184	-36.4562
STORY1	P01	MSXPOS MAX	Bottom	-47.455	11.9519	-37.8505
STORY1	P01	MSXPOS MIN	Top	-51.607	-9.174	-43.3442
STORY1	P01	MSXPOS MIN	Bottom	-63.801	-9.6492	-55.2305
STORY1	P01	MSYPOS MAX	Top	-43.075	-2.1173	23.4955
STORY1	P01	MSYPOS MAX	Bottom	-55.269	1.422	195.0978
STORY1	P01	MSYPOS MIN	Top	-43.793	-2.5383	-103.2958
STORY1	P01	MSYPOS MIN	Bottom	-55.987	0.8807	-288.1788
STORY1	P01	MVSXNEG MAX	Top	-51.615	3.7085	-53.5624
STORY1	P01	MVSXNEG MAX	Bottom	-68.551	13.9164	-58.626
STORY1	P01	MVSXNEG MIN	Top	-79	-13.1553	-74.0949



Story	Pier	Load	Loc	P	M2	M3
STORY1	P01	MVSXNEG MIN	Bottom	-95.936	-9.249	-95.8965
STORY1	P01	MVSYNEG MAX	Top	-59.429	-2.9273	6.3893
STORY1	P01	MVSYNEG MAX	Bottom	-76.364	3.3865	174.3223
STORY1	P01	MVSYNEG MIN	Top	-71.187	-6.5195	-134.0466
STORY1	P01	MVSYNEG MIN	Bottom	-88.122	1.2809	-328.8448
STORY1	P01	MSXNEG MAX	Top	-35.261	4.5184	-36.4562
STORY1	P01	MSXNEG MAX	Bottom	-47.455	11.9519	-37.8505
STORY1	P01	MSXNEG MIN	Top	-51.607	-9.174	-43.3442
STORY1	P01	MSXNEG MIN	Bottom	-63.801	-9.6492	-55.2305
STORY1	P01	MSYNEG MAX	Top	-43.075	-2.1173	23.4955
STORY1	P01	MSYNEG MAX	Bottom	-55.269	1.422	195.0978
STORY1	P01	MSYNEG MIN	Top	-43.793	-2.5383	-103.2958
STORY1	P01	MSYNEG MIN	Bottom	-55.987	0.8807	-288.1788

Fuente: Elaboración propia.

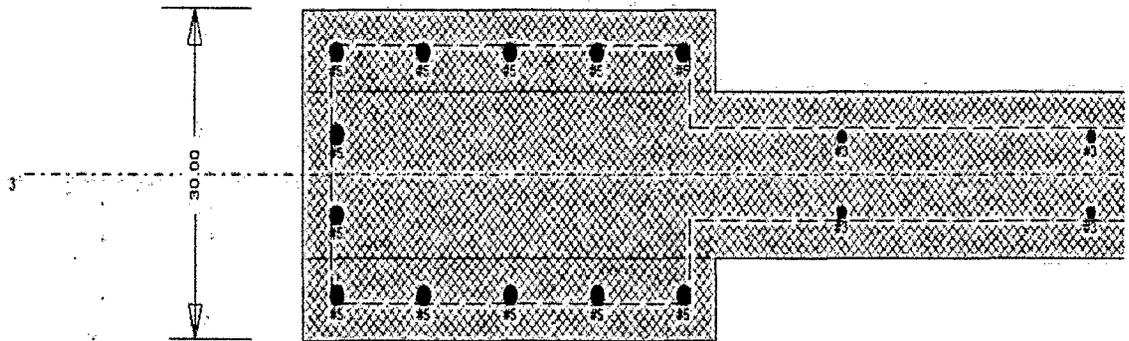


Fig. 34. Distribución del acero longitudinal en la placa típica.

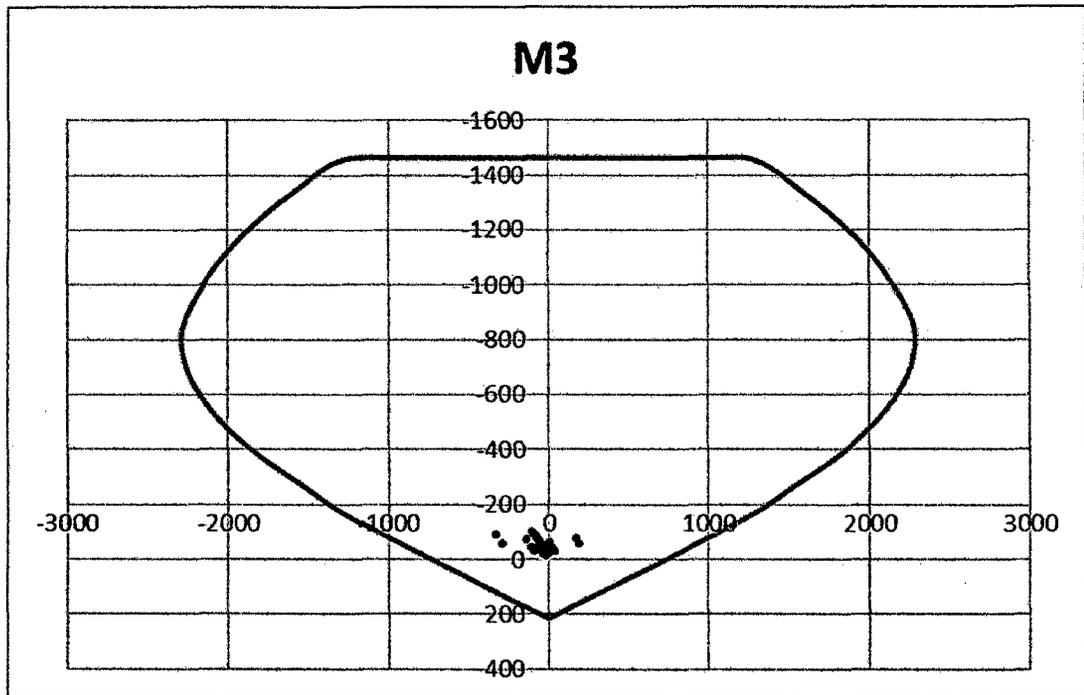


Fig. 35. Resistencias requeridas (puntos color negro) y resistencias suministradas (diagrama de interacción) (M3) para las placas.

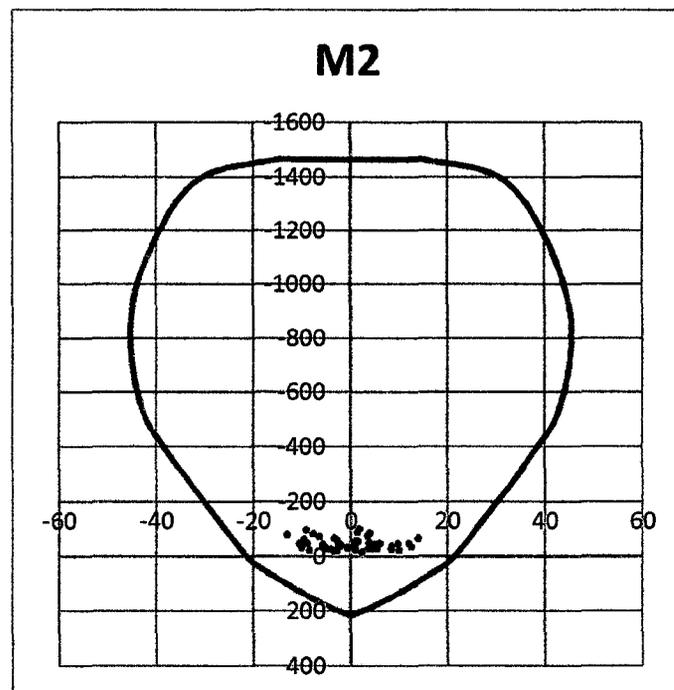


Fig. 36. Resistencias requeridas (puntos color negro) y resistencias suministradas (diagrama de interacción) (M2) para las placas.



**7.6.3. Diseño por cortante**

Elemento	bw (cm)	d (cm)	$\phi V_c$ (Kg)	$\phi V_c/2$ (Kg)	x (cm)	Vu (Kg)	Evaluar Vu	Vs (Kg)	Cambiar sección o f'c	Av (cm <sup>2</sup> )	Smin (cm)	S (cm)	Vs lim (Kg)	Smax (cm)	S calc. (cm)	S col. (cm)	Obs.
B248	30	52	10184	5092	0.77	21768	Reforzar	13628	No	1.42	56.8	22.8	24867	26.0	22.8	20	Ambos lados
	30	52	10184	5092	1.30	18440	Reforzar	9713	No	1.42	56.8	31.9	24867	26.0	26.0	25	
	30	52	10184	5092	2.45	9767	S min.	0	No	1.42	56.8	-	-	-	56.8	55	
	30	52	10184	5092	3.10	5092	S Montaje	0	No	1.42	56.8	-	-	-	S Montaje	60	
B58	30	24	4700	2350	0.25	14144	Reforzar	11110	No	1.42	56.8	12.9	11477	12.0	12.0	12	Sentido contrario
	30	24	4700	2350	1.57	4700	S min.	0	No	1.42	56.8	-	-	-	56.8	55	
D2	30	32	6267	3134	0.25	5438	S min.	0	No	1.00	40.0	-	-	-	40.0	40	Sentido contrario
	30	19	3721	1861	0.85	3721	S min.	0	No	1.00	40.0	-	-	-	40.0	40	
	30	14	2742	1371	1.65	1371	S Montaje	0	No	1.00	40.0	-	-	-	S Montaje	50	
D11	30	32	6267	3134	0.32	9392	Reforzar	3676	No	1.00	40.0	36.6	15303	16.0	16.0	15	Un sentido
	30	32	6267	3134	1.20	6267	S min.	0	No	1.00	40.0	-	-	-	40.0	40	
	30	32	6267	3134	2.40	3134	S Montaje	0	No	1.00	40.0	-	-	-	S Montaje	50	
B5	30	34	6659	3329	0.46	4506	S min.	0	No	1.00	40.0	-	-	-	40.0	40	Un tramo
	30	34	6659	3329	1.18	3329	S Montaje	0	No	1.00	40.0	-	-	-	S Montaje	50	
B62	25	34	5549	2775	0.46	3171	S min.	0	No	1.00	48.0	-	-	-	48.0	45	Un tramo
B9	30	24	4700	2350	0.36	3918	S min.	0	No	1.00	40.0	-	-	-	40.0	40	Ambos lados
	30	24	4700	2350	1.36	2350	S Montaje	0	No	1.00	40.0	-	-	-	S Montaje	50	



Elemento	bw (cm)	d (cm)	$\phi Vc$ (Kg)	$\phi Vc/2$ (Kg)	x (cm)	Vu (Kg)	Evaluar Vu	Vs (Kg)	Cambiar sección o f'c	Av (cm <sup>2</sup> )	Smin (cm)	S (cm)	Vs lim (Kg)	Smax (cm)	S calc. (cm)	S col. (cm)	Obs.
B98	25	24	3917	1959	0.46	4942	Reforzar	1206	No	1.00	48.0	83.6	9564	12.0	12.0	12	Ambos lados
	25	24	3917	1959	1.12	3852	S min.	0	No	1.00	48.0	-	-	-	48.0	40	
B99	25	24	3917	1959	0.46	3464	S min.	0	No	1.00	48.0	-	-	-	48.0	40	Ambos lados
S1	20	90	11751	5876	0.65	4836	S Montaje	0	No	1.00	60.0	-	-	-	S Montaje	40	Ambos lados
B1	30	24	4700	2350	0.36	5314	Reforzar	722	No	1.00	40.0	139.6	11477	12.0	12.0	12	Ambos lados
B19	15	24	2350	1175	0.27	1844	S min.	0	No	0.56	44.8	-	-	-	44.8	40	Ambos lados
	15	24	2350	1175	1.08	1175	S Montaje	0	No	0.56	44.8	-	-	-	S Montaje	50	
B20	15	14	1371	685		225	S Montaje	0	No	0.56	44.8	-	-	-	S Montaje	50	Ambos lados
B104	25	24	3917	1959	0.27	1410	S Montaje	0	No	0.56	26.9	-	-	-	S Montaje	40	Ambos lados
	25	24	3917	1959	1.08	1959	S Montaje	0	No	0.56	26.9	-	-	-	S Montaje	50	
B238	30	54	10576	5288	0.36	628	S Montaje	0	No	1.42	56.8	-	-	-	S Montaje	12	Ambos lados



#### 7.6.4. Diseño de cimentaciones

Se utilizó el programa SAFE para el análisis y diseño de las zapatas aisladas y zapatas corridas.

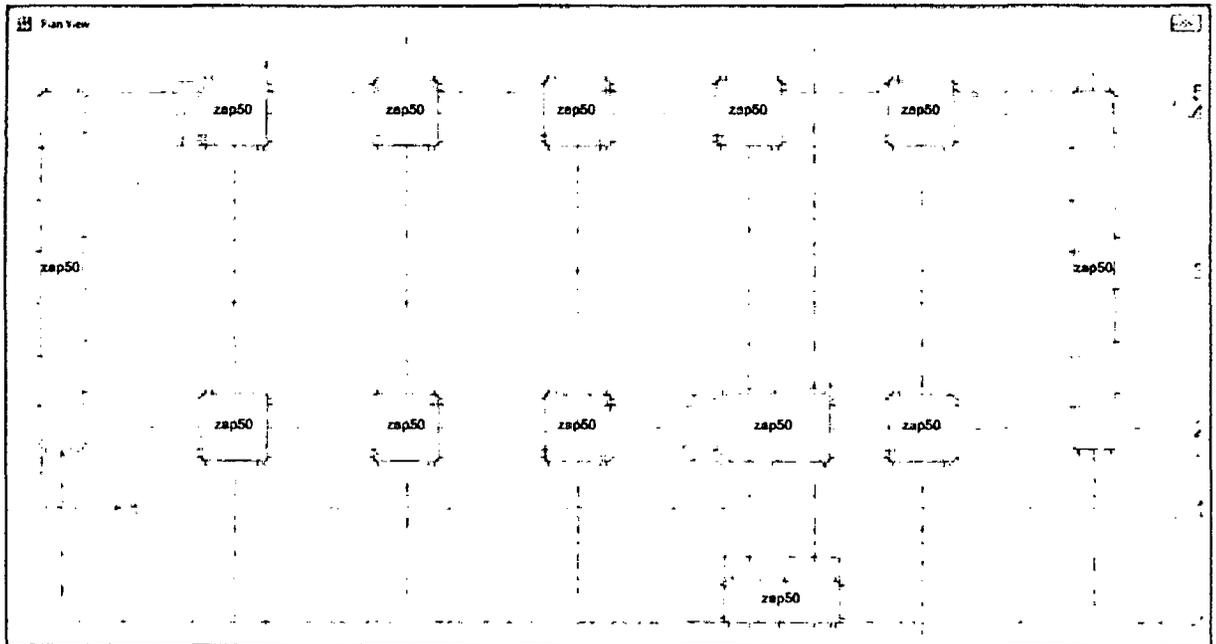


Fig. 37. Geometría de las zapatas (zap50 corresponde a espesor de 50cm).

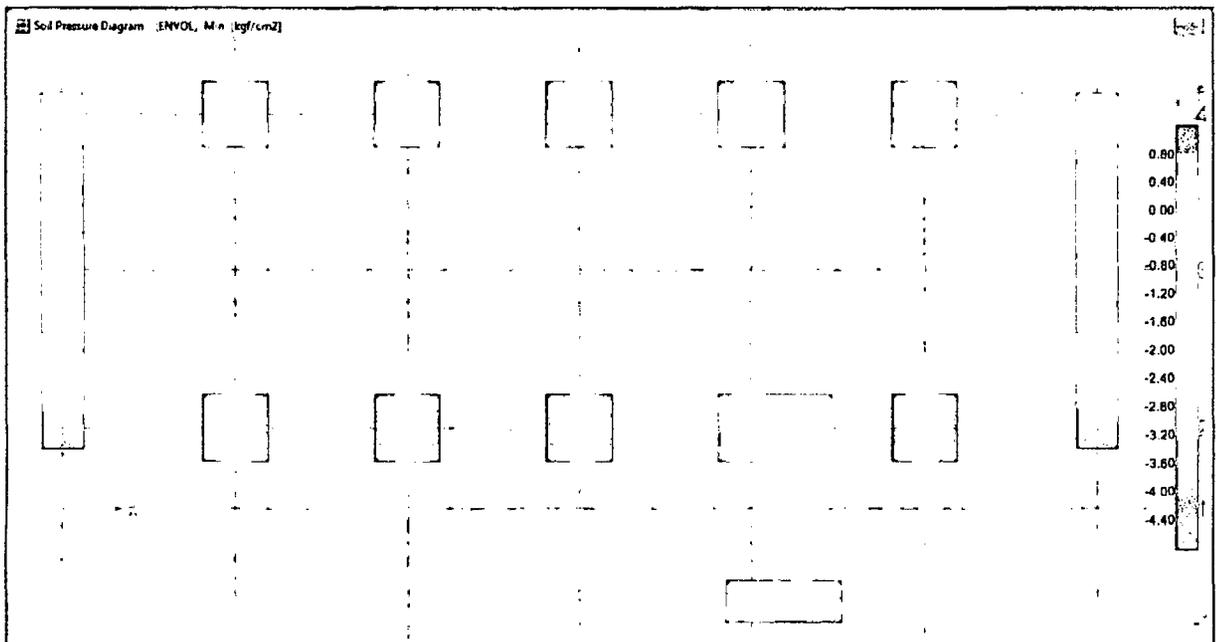


Fig. 38. Chequeo de la presión en el terreno. Ésta no debe sobrepasar la capacidad portante del terreno.

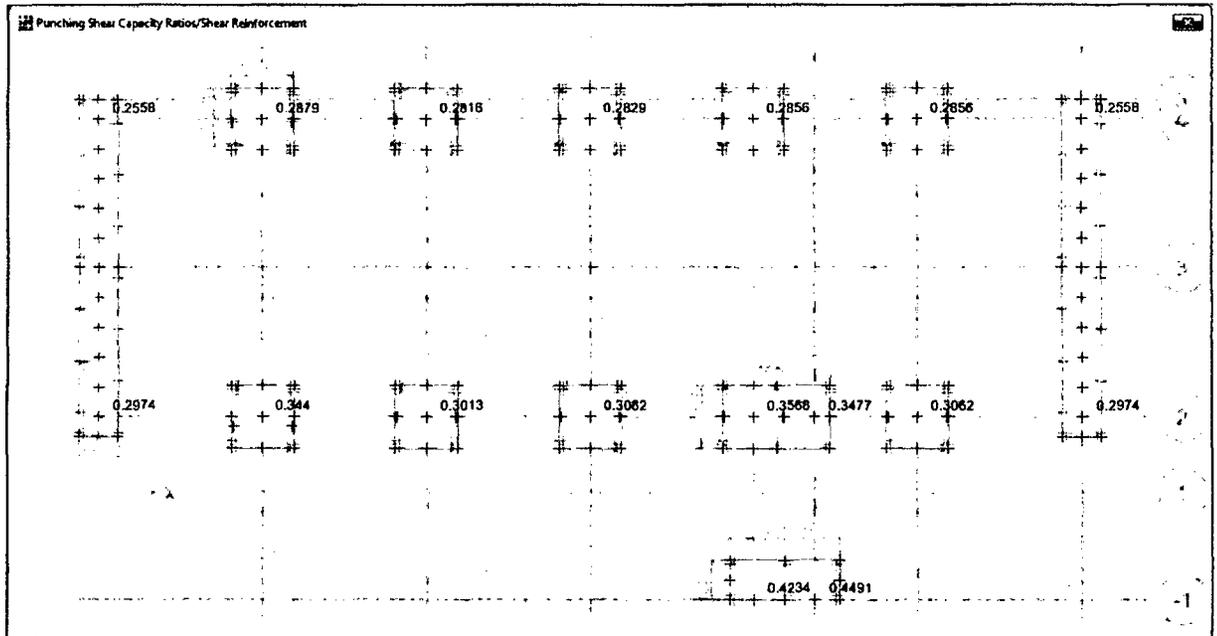


Fig. 39. Chequeo del punzonamiento del concreto en las zapatas. Se observa que todas cumplen.

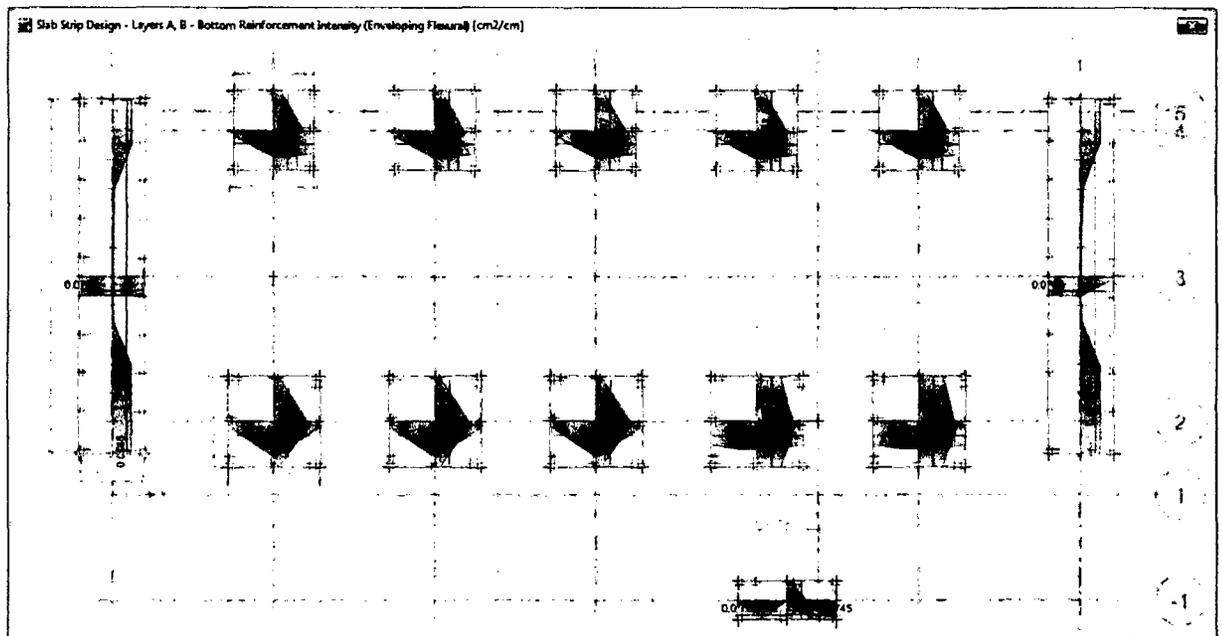


Fig. 40. Diagrama de momentos flectores y distribución del acero en zapatas.

### 7.6.5. Diseño de muros de albañilería no portantes

A continuación se observa el diseño elástico de muros no portantes. Para el análisis se usó del programa SAP2000.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil

Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil

Ampliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca”

DISEÑO ELÁSTICO DE TABIQUES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA				
f'c =			175	kg/cm <sup>2</sup>
fy =			4200	kg/cm <sup>2</sup>
Z =			0.4	
U =			1.5	
γ (albañilería) =			1.8	t/m <sup>3</sup>
γ (concreto) =			2.4	t/m <sup>3</sup>
<b>MURO 1X</b>				
Peralte del muro (t) =			13	cm
Peralte de los arriostres:			13	cm
Ancho de la solera:			20	cm
Ancho de la columneta:			20	cm
Ancho tributario:			52	cm
Peso propio de la Albañilería tarrajada:			0.0274	kg/cm <sup>2</sup>
C1 =			0.9	
w =			0.0118	kg/m <sup>2</sup>
<b>CAPACIDAD RESISTENTE DE LOS ARRIOSTRES:</b>				
		SOLERA	COLUMNETA	
Refuerzo =		0.64	2.26	cm <sup>2</sup>
T = As*fy =		2688	9492	kg
0.85*f'c*b =		2975	2975	kg
a =		0.90	3.19	cm
Peralte efectivo (d) =		10	10	cm
Momento Flector resistente:		23099	71800	kg.cm
Resistencia a corte del concreto:		1192	1192	kg
<b>REVISIÓN DE LA ALBAÑILERÍA</b>				
a =		150	cm	
b =		330	cm	
b/a =		2.20		
m =		0.1050		
Ms =		27.95	kg.cm/cm	
fm (kg/cm <sup>2</sup> ) =		0.99	<	f't = 1.50
<b>DISEÑO DE ARRIOSTRES</b>		<b>SOLERA</b>		<b>COLUMNETA</b>
Peso propio arriostre (kg/cm <sup>2</sup> ):		0.0352		0.0352
wu1 (kg/cm)		0.769		0.769
wu2 (kg/cm)		0.3802		0.380
Mu (kg.cm)		1230	OK	55902 OK
Vu (kg)		40	OK	379 OK



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil

Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil

Ampliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca”

DISEÑO ELÁSTICO DE TABIQUES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA				
$f'c =$			175	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$			4200	kg/cm <sup>2</sup>
$Z =$			0.4	
$U =$			1.5	
$\gamma$ (albañilería) =			1.8	t/m <sup>3</sup>
$\gamma$ (concreto) =			2.4	t/m <sup>3</sup>
<b>ALFEIZAR 2.85m</b>				
Peralte del muro (t) =			13	cm
Peralte de los arriostres:			13	cm
Ancho de la solera:			20	cm
Ancho de la columneta:			20	cm
Ancho tributario:			73	cm
Peso propio de la Albañilería tarrajada:			0.0274	kg/cm <sup>2</sup>
$C_1 =$			1.3	
$w =$			0.0171	kg/m <sup>2</sup>
<b>CAPACIDAD RESISTENTE DE LOS ARRIOSTRES:</b>				
		SOLERA	COLUMNETA	
Refuerzo =		0.64	1.42	cm <sup>2</sup>
$T = A_s \cdot f_y =$		2688	5964	kg
$0.85 \cdot f'c \cdot b =$		2975	2975	kg
$a =$		0.90	2.00	cm
Peralte efectivo (d) =		10	10	cm
Momento Flector resistente:		23099	48296	kg.cm
Resistencia a corte del concreto:		1192	1192	kg
<b>REVISIÓN DE LA ALBAÑILERÍA</b>				
$a =$		146	cm	
$b =$		245	cm	
$b/a =$		1.68		
$m =$		0.0896		
$M_s =$		32.67	kg.cm/cm	
$f_m$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =		1.16	<	$f't = 1.50$
<b>DISEÑO DE ARRIOSTRES</b>				
		SOLERA	COLUMNETA	
Peso propio arriostre (kg/cm <sup>2</sup> ):		0.0352	0.0352	
$w_{u1}$ (kg/cm)		1.56	1.56	
$w_{u2}$ (kg/cm)		0.55	0.55	
$M_u$ (kg.cm)		4237	45483	OK
$V_u$ (kg)		97	458	OK



**DISEÑO ELÁSTICO DE TABIQUES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA**

f'c =	175 kg/cm <sup>2</sup>
fy =	4200 kg/cm <sup>2</sup>
Z =	0.4
U =	1.5
γ (albañilería) =	1.8 t/m <sup>3</sup>
γ (concreto) =	2.4 t/m <sup>3</sup>

**MURO 1X**

Peralte del muro (t) =	13 cm
Peralte de los arriostres:	13 cm
Ancho de la solera:	10 cm
Ancho de la columneta:	10 cm
Ancho tributario:	60 cm
Peso propio de la Albañilería tarrajada:	0.0274 kg/cm <sup>2</sup>
C1 =	1.3
w =	0.0171 kg/m <sup>2</sup>

CAPACIDAD RESISTENTE DE LOS ARRIOSTRES:	SOLERA	COLUMNETA	
Refuerzo =	0.71	1.13	cm <sup>2</sup>
T = As*fy =	2982	4746	kg
0.85*f'c*b =	1488	1488	kg
a =	2.00	3.19	cm
Peralte efectivo (d) =	10	10	cm
Momento Flector resistente:	24148	35900	kg.cm
Resistencia a corte del concreto:	596	596	kg

**REVISIÓN DE LA ALBAÑILERÍA**

a =	120 cm
b =	332 cm
b/a =	2.77
m =	0.1143
Ms =	28.13 kg.cm/cm
fm (kg/cm <sup>2</sup> )=	1.00 < f't = 1.50

DISEÑO DE ARRIOSTRES	SOLERA	COLUMNETA
Peso propio arriostre (kg/cm <sup>2</sup> ):	0.0352	0.0352
wu1 (kg/cm)	1.28	1.28
wu2 (kg/cm)	0.27	0.27
Mu (kg.cm)	20152 OK	32832 OK
Vu (kg)	219 OK	328 OK



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil

Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil

"Ampliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca"

<b>DISEÑO ELÁSTICO DE TABIQUES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA</b>				
$f'c =$			175	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$			4200	kg/cm <sup>2</sup>
$Z =$			0.4	
$U =$			1.5	
$\gamma$ (albañilería) =			1.8	t/m <sup>3</sup>
$\gamma$ (concreto) =			2.4	t/m <sup>3</sup>
<b>TABIQUE 2Y</b>				
Peralte del muro (t) =			23	cm
Peralte de los arriostres:			23	cm
Ancho de la solera:			15	cm
Ancho de la columneta:			20	cm
Ancho tributario:			143	cm
Peso propio de la Albañilería tarrajada:			0.0454	kg/cm <sup>2</sup>
$C_1 =$			0.9	
$w =$			0.0196	kg/m <sup>2</sup>
<b>CAPACIDAD RESISTENTE DE LOS ARRIOSTRES:</b>				
		<b>SOLERA</b>	<b>COLUMNETA</b>	
Refuerzo =		1	4	cm <sup>2</sup>
$T = A_s \cdot f_y =$		4200	16800	kg
$0.85 \cdot f'c \cdot b =$		2231	2975	kg
$a =$		1.88	5.65	cm
Peralte efectivo (d) =		20	20	cm
Momento Flector resistente:		72042	259708	kg.cm
Resistencia a corte del concreto:		1788	2384	kg
<b>REVISIÓN DE LA ALBAÑILERÍA</b>				
$a =$		285	cm	
$b =$		315	cm	
$b/a =$		1.11		
$m =$		0.0560		
$M_s =$		89.27	kg.cm/cm	
$f_m$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =		1.01	<	$f'_t = 1.50$
<b>DISEÑO DE ARRIOSTRES</b>				
		<b>SOLERA</b>	<b>COLUMNETA</b>	
Peso propio arriostre (kg/cm <sup>2</sup> ):		0.0592	0.0592	
$w_{u1}$ (kg/cm)		3.51	3.51	
$w_{u2}$ (kg/cm)		0.48	0.64	
$M_u$ (kg.cm)		36601	205094	OK
$V_u$ (kg)		378	1061	OK



### 7.6.6. Diseño de la cimentación de muros no portantes

A continuación se muestra el diseño de la cimentación típica de muros no portantes.

#### DISEÑO DEL CIMIENTO CORRIDO

Carga vertical P:	5.61 t	
Peso de la zapata (Pz):	7.64 t	
Carga sísmica (Ps):	6.81 t	
Longitud del cimiento (L):	4.60 m	
Resistencia admisible del suelo ( $\delta_t$ ):		
Del EMS:	4 kg/cm <sup>2</sup>	
Para efectos sísmicos(x1.33):	53.2 t/m <sup>2</sup>	
Ancho del cimiento (B):		
Por predimensionamiento:	0.33	
A usar	0.6 m	
Peralte del cimiento:	1.2 m	
Espesor del muro (t):	0.25 m	
Longitud del volado:	0.175 m	(No es necesario verificar por flexión, cortante ni punzonamiento)
Carga vertical total:	20.056 t	
Momento en la base (M):	27.91 t.m	
Excentricidad (e):	1.39 m	> L/6 (Hay tracción)
$\delta_{m\acute{a}x}$ :	24.5 t/m <sup>2</sup>	< $\delta_t$ (ok)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil

Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil

"Ampliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca"

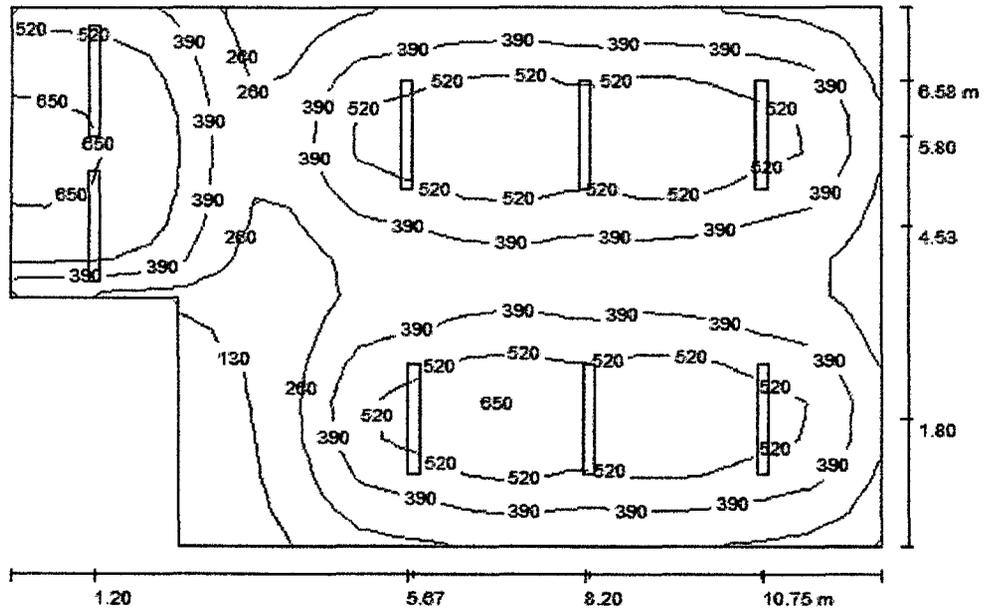
DISEÑO DE LA CIMENTACION						
					cm	kg.cm/m
Fuerzas Verticales	$\gamma_i$ (kg/cm <sup>3</sup> )	$h_i$	b	Pi (kg)	e (Pi)	M (Pi)
Solera	0.0024	20	25	120	30	3600
Albañilería	0.0018	335	15	905	30	27135
Sobrecimiento	0.0024	30	25	180	30	5400
Cimiento	0.0024	120	60	1728	30	51840
				2933		87975
Fuerzas Horizontales	$\gamma_i$ (kg/cm <sup>3</sup> )	$h_i$	b	Hi (kg)	e (Hi)	M (Hi)
Solera	0.0024	20	25	52	495	25661
Albañilería	0.0018	335	15	391	318	124061
Sobrecimiento	0.0024	30	25	78	135	10498
Cimiento	0.0024	120	60	746	60	44790
				1267		205009
	$\phi'$	$c'$	$K_p$	$H_p$	e	
$H_p$	30.0	0.4	0.57735	8359	40	334344
	$\delta$					
$(\Sigma P_i) \tan \delta$	20.0			1067	0	0
<b>Factor de Seguridad Frente a Deslizamiento:</b>						
	FD =	7.4	> 1.5	OK		
<b>Factor de Seguridad Frente a Deslizamiento:</b>						
	FV =	2.1	> 2.0	OK		

**7.7. Diseño de instalaciones eléctricas**

A continuación se presenta parte del resumen de resultados del programa Dialux, el cual es un software de uso bastante difundido en proyectos de iluminación. Se muestran el diagrama de isocurvas, datos y otros resultados importantes como la iluminancia promedio  $E_m$ , la cual se observa que cumple con las mínimas establecidas por el ministerio de educación.



CRE / Resumen



Altura del local: 3.200 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:98

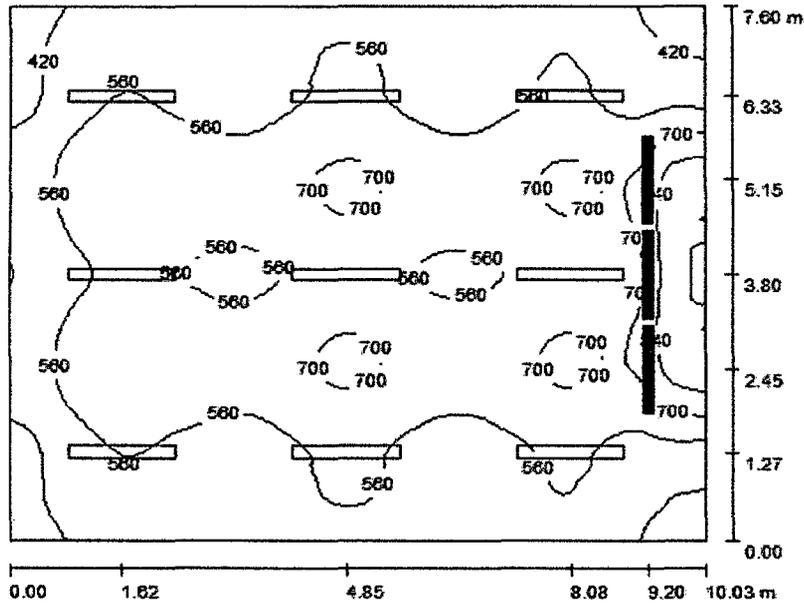
Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	422	76	688	0.179
Suelo	20	388	104	551	0.267
Techos (3)	81	251	54	2181	/
Paredes (6)	74	182	68	804	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m



**AIP / Resumen**



Altura del local: 3.70 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:98

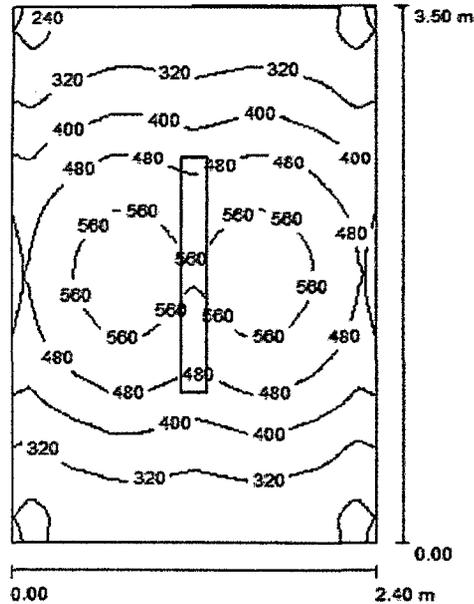
Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Piano útil	/	584	343	1000	0.587
Suelo	20	540	357	789	0.660
Techo	81	362	180	876	0.496
Paredes (4)	74	280	181	799	/

**Plano útil:**

Altura: 0.800 m



**PSIC. / Resumen**



Altura del local: 3.150 m, Altura de montaje: 2.550 m, Factor mantenimiento: 0.80

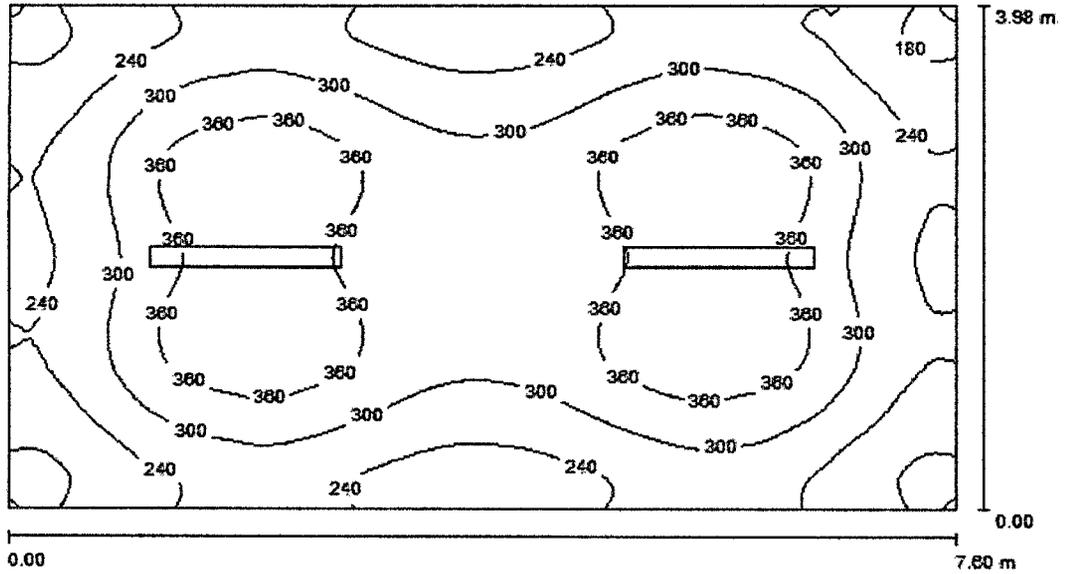
Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	415	219	598	0.528
Suelo	20	309	241	367	0.782
Techo	81	297	96	1102	0.324
Paredes (4)	63	175	106	330	/

**Plano útil:**  
 Altura: 0.800 m      UGR Pared izq      Longi- 16      Tran 16      al eje de luminaria



**SS HH / Resumen**



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

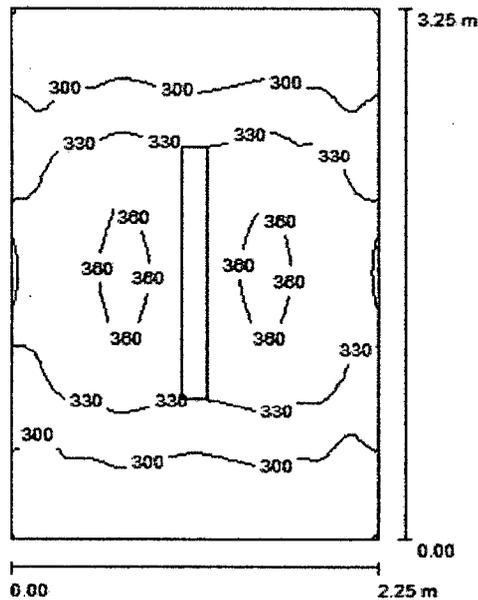
Valores en Lux, Escala 1:55

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	298	162	416	0.543
Suelo	20	261	180	335	0.690
Techos (2)	81	195	72	2299	/
Paredes (4)	74	129	85	184	/

Plano útil:

Altura: 0.750 m

**DEPÓSITO / Resumen**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil

Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil

Ampliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca"

Altura del local: 3.650 m, Altura de montaje: 3.650 m, Factor mantenimiento: 0.80

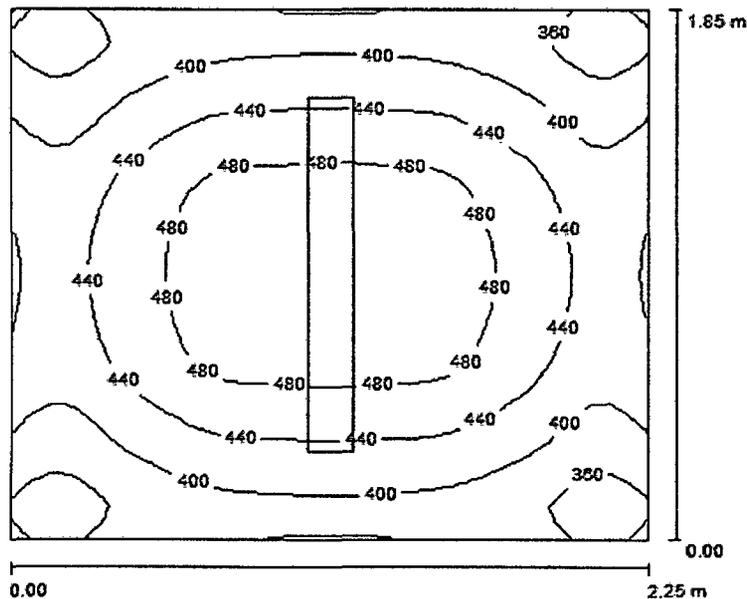
Valores en Lux, Escala 1:42

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	322	264	368	0.820
Suelo	20	242	211	268	0.871
Techo	81	368	94	10306	0.256
Paredes (4)	63	209	117	426	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m

## CABINA CONTROL / Resumen



Altura del local: 3.650 m, Altura de montaje: 2.650 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:24

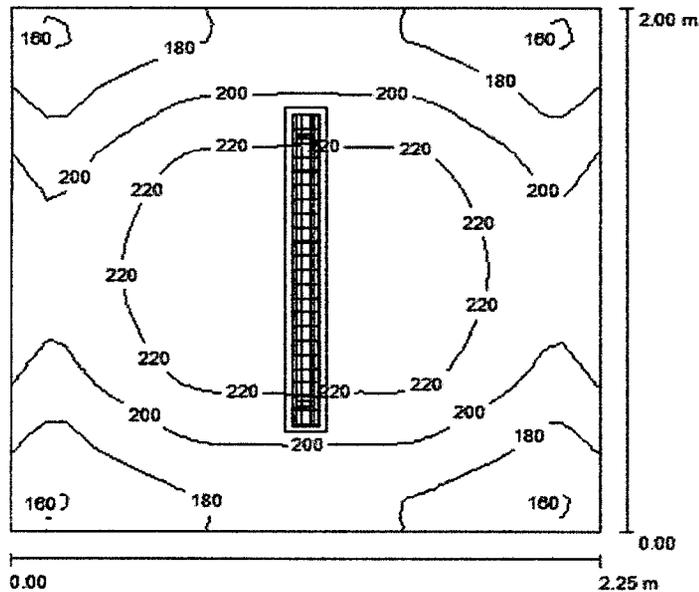
Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	430	328	505	0.761
Suelo	20	296	248	329	0.838
Techo	81	346	209	558	0.604
Paredes (4)	63	249	149	507	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m



## SS HH DISCAP. / Resumen



Altura del local: 3.650 m, Altura de montaje: 2.650 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:26

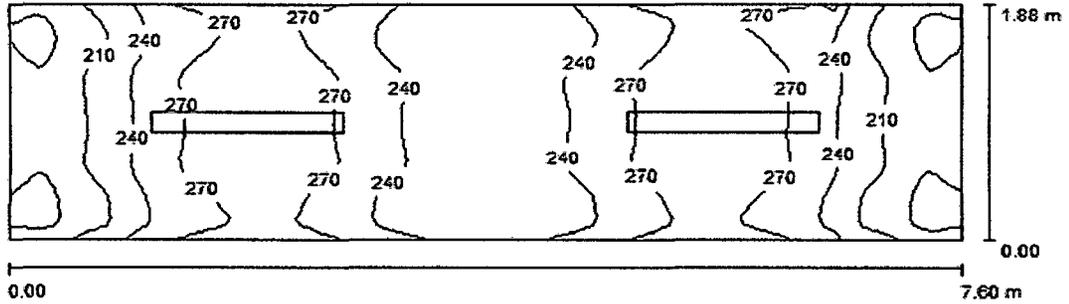
Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	202	152	239	0.752
Suelo	20	140	118	157	0.843
Techo	81	162	95	278	0.588
Paredes (4)	63	115	72	228	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m



### ZONA APOYO / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

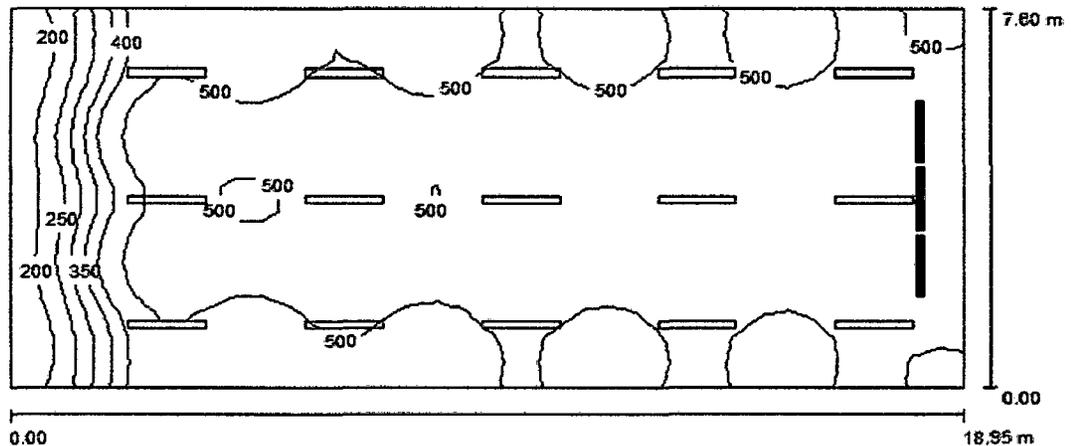
Valores en Lux, Escala 1:55

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	242	168	297	0.697
Suelo	20	198	147	235	0.743
Paredes (4)	74	159	95	291	/

Plano útil:

Altura: 0.750 m

### SUM / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:136

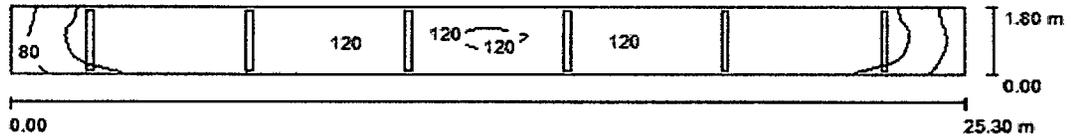
Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	516	155	1035	0.299
Suelo	20	485	193	823	0.398
Paredes (4)	74	245	109	809	/

Plano útil:

Altura: 0.750 m



### Pasillo / Resumen



Altura del local: 3.150 m, Altura de montaje: 3.150 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:181

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	109	65	122	0.599
Suelo	20	109	63	123	0.580
Techo	81	125	8.69	4094	0.069
Paredes (4)	35	72	8.03	533	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil**  
**Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil**

**Ampliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca"**

**Cálculo de la Demanda Máxima**

Área edificada: 475.4 m<sup>2</sup>

Circuito	Ambiente	Cantidad	Potencia	Subtotal	Demanda Máxima
C1 (Alumbrado)	AIP*		789	1887	1887
	CRE		616		
	Tópico y Psicología		77		
	SS HH Discapacitados		32		
	Cabina de Control		62		
	Depósito		77		
	Pasillo		234		
C2 (Tomacorrientes)	AIP*	3	350	2450	2450
	Archivo	1	350		
	Tópico y Psicología	1	350		
	SS HH Discapacitados		350		
	Cabina de Control	1	350		
	Depósito	1	350		
	Pasillo		350		
C3 (Alumbrado)	SUM		1251	1779	1779
	Zona de apoyo		78		
	SS HH Alumnas		154		
	Pasillo		234		
	Escalera		62		
C4 (Tomacorrientes)	SUM	2	350	1400	1400
	Zona de apoyo	2	350		
	SS HH Alumnas	-	350		
	Pasillo	-	350		
	Escalera	-	350		
C5 (Tomacorrientes)	AIP*	18	400	7200	7200
C6 (Tomacorrientes)	AIP*	18	400	7200	7200
Total				21916	16437
Carga/m <sup>2</sup>				46.10	= 16437



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil**

**Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil**  
**Ampliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca"**

**Cálculo de conductores, ductos y llaves**

K(ld)	1 (Monofásico) 1.73 (Trifásico)	K(ΔV)	2 (Monofásico) 1.73 (Trifásico)
V	220	δ	0.0175
Cos(φ)	0.9		

Circuito	Demanda Máxima	Intensidad de diseño	Amperaje de Llave	Longitud	Área cond. (mm <sup>2</sup> )	ΔV	Tipo de cable	Diámetro de ducto	ΔV Max
C1 (Alumbrado)	1887	11.91	15	23.20	2.50	1.58%	TW	15mm	2.95%
C2 (Tomacorrientes)	2450	8.94	15	35.30	4.00	1.13%	TW	15mm	2.50%
TD1	4337	15.83	20	12.95	4.00	0.63%	TW	15mm	
C3 (Alumbrado)	1779	8.98	15	24.10	2.50	1.24%	TW	15mm	2.32%
C4 (Tomacorrientes)	1400	8.84	15	34.80	4.00	0.95%	TW	15mm	2.03%
TD2	3179	11.60	15	9.55	4.00	0.34%	TW	15mm	
C5 (Tomacorrientes)	7200	26.27	30	16.10	4.00	1.31%	THW	15mm	3.45%
C6 (Tomacorrientes)	7200	26.27	30	15.80	4.00	1.29%	THW	15mm	3.43%
TD3	14400	52.55	55	12.95	6.00	1.40%	TW	15mm	
Llave General	16437	59.98	60	9.90	10.00	0.74%	THW	25mm	

**Sistema de puesta a tierra**

Resistencia eléctrica del terreno (Ω.cm)	Longitud de la varilla (m)	Área de la varilla (m <sup>2</sup> )	Diámetro de la varilla (m)	Resistencia de puesta a tierra (Ω)
1000	2.44	0.00029	0.0192	12.80

**7.8. Diseño de instalaciones sanitarias**

**CANTIDAD DE APARATOS SANITARIOS EXISTENTES**

N° alumnas: 265

N° Profesores y Docentes y Adm: 18

	Alumnas		Docentes y Administrativos Hombres		Docentes y Administrativos Mujeres	
	Por Norma <sup>1</sup>	Existente	Por Norma <sup>2</sup>	Existente	Por Norma <sup>2</sup>	Existente
Inodoros	9	7	1	4	1	4
Lavatorios	9	2	1	1	1	3
Urinaros	-	-	1	1	-	-
Vestidores	5	0	-	-	-	-
Duchas	3	1	-	-	-	-



**CANTIDAD DE APARATOS SANITARIOS A CONSTRUIR**

	Alumnas		Docentes y Administrativos Hombres		Docentes y Administrativos Mujeres	
	Por Norma <sup>1</sup>	A proyectar	Por Norma <sup>2</sup>	A proyectar	Por Norma <sup>2</sup>	A proyectar
Inodoros	2	7	0	-	0	-
Lavatorios	7	7	0	-	0	-
Urinaros	-	-	0	-	-	-
Vestidores	5	2	-	-	-	-
Duchas	2	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> Normas Técnicas para el diseño de Locales de Educación Básica Regular Primaria - Secundaria 2009

<sup>2</sup> Norma A.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones

**Cálculo de la dotación**

Uso	Cantidad	Dotación	Subtotal (L)
Alumnos	265 pers.	50 L/pers./d	13250
Personal	18 pers.	50 L/pers./d	900
Jardines Riego	250 m2	2 L/m2/d	500
<b>DOTACION DIARIA</b>			<b>14650 L</b>

**Volumen de Cisterna**

$$V = 3/4(\text{Dotación diaria}) = 10.99 \text{ m}^3$$

**Volumen del tanque elevado**

$$V = 1/3(\text{Dotación diaria}) = 4.88 \text{ m}^3$$

**SISTEMA DE BOMBEO**

**CAUDAL DE BOMBEO :**

Tiempo de

llenado: 2 horas

Caudal bombeo:

$$Q_B = 0.00203 \text{ m}^3/\text{s}$$

**DIÁMETRO ECONÓMICO:**

$$D_1 = 1.24 \text{ "}$$

$$D_1 = 2.00 \text{ "} = 0.0508 \text{ m}$$

**DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE SUCCIÓN :**

Para evitar el fenómeno de cavitación elegiremos un diámetro superior al diámetro de Impulsión

$$D_s = 2.5 \text{ "}$$



**VELOCIDAD DE IMPULSION :**

$$VI = \frac{4 \times Qb}{\pi D^2} = 1.00 \text{ m/seg}$$

$$0.6 \text{ m/seg} < 1.00 < 2.5 \text{ m/seg} \quad \text{OK}$$

**VELOCIDAD DE SUCCIÓN :**

$$Q_b = 0.00203$$

$$D_s = 0.0635$$

$$VS = \frac{4 * Q_b}{\pi * D_s^2} = 0.64 \text{ m/seg}$$

$$Vs = 0.64 \text{ m/seg} < 0.9 \text{ m/seg} \quad \text{OK}$$

**PERDIDAS DE CARGA**

**1 Por fricción:**

$$\begin{aligned} \text{Tubería } C &= 140 \\ & 0.00203 \\ Q_b &= \text{ m}^3/\text{seg} \\ \text{Long. de Tub} &= 9.60 \text{ m} \\ D_t &= 0.0508 \text{ m} \end{aligned}$$

$$h_f = \frac{10.7 * L_t * Q_b^{1.85}}{C^{1.85} * D_t^{4.87}}$$

$$h_f = 0.231 \text{ m}$$

**2 Por cambio de dirección:**

$$\frac{L}{D} = \frac{9.6}{0.0508} = 189.0 < 2000 = \text{Tubería corta}$$

Codo 90° =	K1 = 3 * 0.75	2.25
Válvula check =	K2 = 1 * 2	2
Válvula compuerta =	K3 = 1 * 0.19	0.19
Válvula de salida =	K4 = 1 * 1	1
Válvula de retención =	K5 = 1 * 2.50	2.5
		7.94

$$h_l = KV^2/2g = \frac{7.94 * 0.81}{2 * 9.81} = 0.408 \text{ m}$$



Perdidas de carga por impulsión

$$h_F + h_L = 0.519 + 1,014 = 0.639 \text{ m}$$

**POTENCIA DE LA BOMBA**

Perdida de carga por elevación = 9.60 (Del plano)  
 Perdida de carga por impulsión = 0.6  
 Presión carga a la salida = 2.0  
 Perdida de carga total en la tubería = 12.2

$$P = \frac{g \times Q_B \times H_T}{75 n} \quad n = 0.65$$

P = 0.51 HP

P = 0.75 HP

**PRESIÓN EN EL APARATO SANITARIO MAS DESFAVORABLE (SISTEMA INDIRECTO)**

**ALIMENTADOR N° 01 (Inodoros SS HH alumnas)**

Coeficiente Hazen-Williams: 150

Tramo	uh	gp (L/s)	D (pulg)	v (m/s)	Long. (m)	Codo 90°		Tee giro o Bilat.		Tee Recto		Válvula Comp.		Le total	Lt (m)	hc	Ht
						Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le				
T1-A7	17.5	0.61	1	1.20	15.20	8	0.852					1	0.216	7.03	22.23	1.451	1.45
A7-A6	15.0	0.44	1	0.87	0.80					1	0.680			0.68	1.48	0.053	0.05
A6-A5	12.5	0.39	1	0.77	0.80					1	0.682			0.68	1.48	0.042	0.04
A5-A4	10.0	0.34	3/4	1.19	0.80					1	0.518			0.52	1.32	0.118	0.12
A4-A3	7.5	0.29	3/4	1.00	0.80					1	0.518			0.52	1.32	0.085	0.09
A3-A2	5.0	0.23	3/4	0.81	1.92	1	0.648			1	0.518			1.17	3.09	0.134	0.13
A2-A1	2.5	0.12	3/4	0.40	3.30	2	0.443			1	0.354			1.24	4.54	0.055	0.05

Perdida de carga total: 1.94

Carga mínima necesaria para el aparato sanitario más desfavorable: 2.00

Altura del aparato sanitario más desfavorable: 0.50

Altura mínima del tanque: 4.44

**ALIMENTADOR N° 02 (Aparatos Restantes)**

**LAVATORIOS+SS.HH. PRIMERA PLANTA**

Coeficiente Hazen-Williams: 150

Tramo	uh	gp (L/s)	D (pulg)	v (m/s)	Long. (m)	Codo 90°		Tee giro o Bilat.		Tee Recto		Válvula Comp.		Le total	Lt (m)	hc	Ht
						Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le	Cant.	Le				
T2-B9	23.5	0.60	1	1.19	11.80	4	0.852							3.41	15.21	0.970	0.97
B9-B8	17.0	0.48	1	0.95	0.30	2	0.852	1	2.045			1	0.216	3.97	4.27	0.179	0.18
B8-B7	15.0	0.44	1	0.87	0.90					1	0.682			0.68	1.58	0.056	0.06
B7-B6	13.0	0.40	1	0.79	0.90					1	0.682			0.68	1.58	0.047	0.05
B6-B5	11.0	0.36	1	0.71	0.90					1	0.682			0.68	1.58	0.039	0.04
B5-B4	9.0	0.32	3/4	1.12	0.90					1	0.520			0.52	1.42	0.114	0.11
B4-B3	7.0	0.28	3/4	0.98	0.90					1	0.518			0.52	1.42	0.089	0.09
B3-B2	5.0	0.23	3/4	0.81	0.47					1	0.518			0.52	0.99	0.043	0.04
B2-B1	2.0	0.12	1/2	0.91	0.43	1	0.443			1	0.354			0.80	1.23	0.107	0.11

1.64

Carga mínima necesaria para el aparato sanitario más desfavorable: 2.00

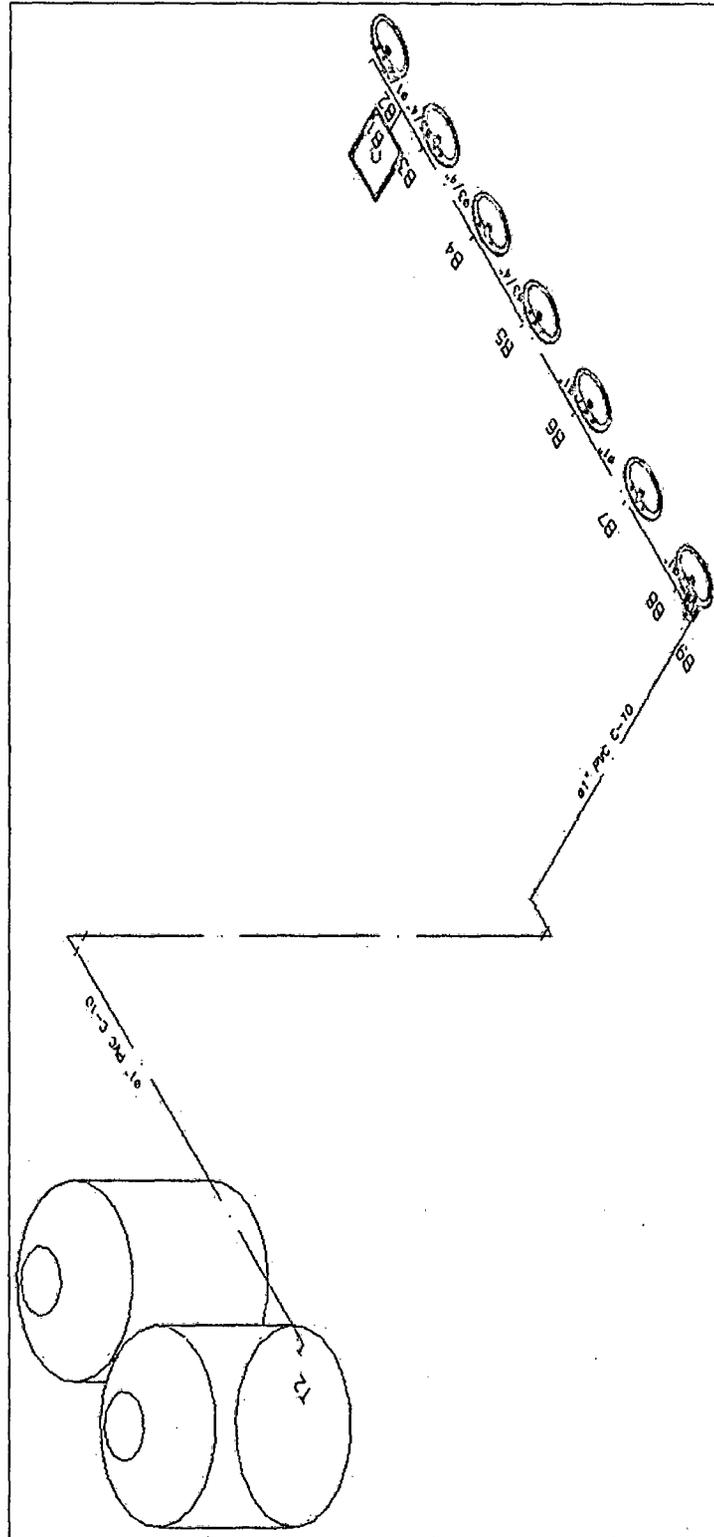
Altura del aparato sanitario más desfavorable: 0.80

Altura mínima del tanque: 4.44





Fig. 42. Isometría para el análisis de la presión en el aparato más desfavorable del Alimentador N° 02





### DIÁMETRO DE RAMALES Y MONTANTES DE DESAGÜE

Ramal	Aparato sanitario	Cantidad	Unidad de descarga	Unidades de descarga parcial	Unidades de descarga acumulada	Diámetro (pulg.)
A	Lavatorio	2	2	4	4	2
B	Lavatorio	1	2	2	6	2
C	Lavatorio	1	2	2	8	3
D	Sumidero	1	2	2	10	3
E	Sumidero	1	2	2	12	3
F	Inodoro	2	4	8	20	4
G	Inodoro	3	4	12	32	4

Fuente: Elaboración propia

Ramal	Aparato sanitario	Cantidad	Unidad de descarga	Unidades de descarga parcial	Unidades de descarga acumulada	Diámetro (pulg.)
H	Lavatorio	2	2	4	4	2
I	Lavatorio	1	2	2	6	2

Fuente: Elaboración propia

Ramal	Aparato sanitario	Cantidad	Unidad de descarga	Unidades de descarga parcial	Unidades de descarga acumulada	Diámetro (pulg.)
	Lavadero	1	2	2	2	2
J	Sumidero	1	2	2	4	2

Fuente: Elaboración propia

Ramal	Aparato sanitario	Cantidad	Unidad de descarga	Unidades de descarga parcial	Unidades de descarga acumulada	Diámetro (pulg.)
I					6	2
J					4	2
K					10	3
L	Inodoro	1	4	4	14	4
M	Inodoro	1	4	4	18	4

Fuente: Elaboración propia



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
Facultad de Ingeniería – E.A.P. Ingeniería Civil  
Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero Civil  
"Ampliación de la infraestructura de la I. E. N° 82064, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca,  
Departamento de Cajamarca"

Ramal	Aparato sanitario	Cantidad	Unidad de descarga	Unidades de descarga parcial	Unidades de descarga acumulada	Diámetro (pulg.)
G					32	4
M					18	4
N (Montante)					50	4

Fuente: Elaboración propia

Ramal	Aparato sanitario	Cantidad	Unidad de descarga	Unidades de descarga parcial	Unidades de descarga acumulada	Diámetro (pulg.)
	Lavatorio	1	2	2	2	2
O	Sumidero	1	2	2	4	2
N (Montante)					50	4
P					54	4

Fuente: Elaboración propia

Ramal	Aparato sanitario	Cantidad	Unidad de descarga	Unidades de descarga parcial	Unidades de descarga acumulada	Diámetro(pulg.)
	Inodoro	1	4	4	4	4
O	Lavatorio	1	2	2	6	4
P					54	4
Q					60	4

Fuente: Elaboración propia

Ramal	Aparato sanitario	Cantidad	Unidad de descarga	Unidades de descarga parcial	Unidades de descarga acumulada	Diámetro (pulg.)
Existente	Inodoro	8	4	32	32	
Existente	Urinario	1	6	6	38	
Existente	Lavatorio	2	2	4	42	4
Q					60	4
R (Existente)					102	4

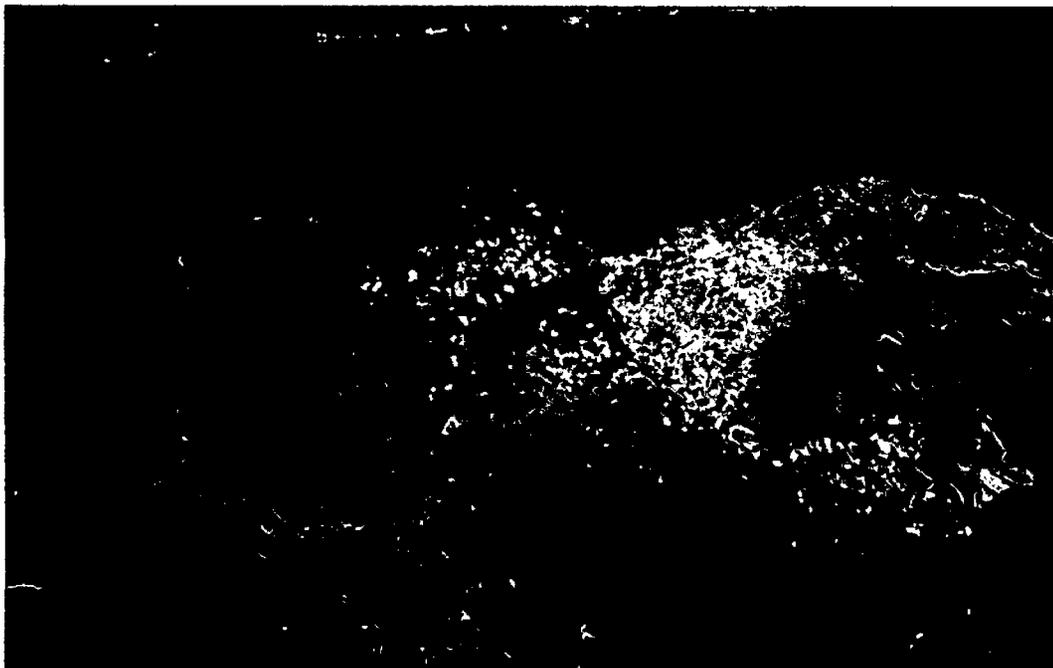
Fuente: Elaboración propia



## 7.9. Panel Fotográfico



*Figura N° 1. Levantamiento Topográfico con Estación Total*



*Figura N° 2. Calicata N° 01. Profundidad 3.55m*



*Figura N° 3. Calicata N° 01. Medición de estratos.*



*Figura N° 4. Laboratorio de Mecánica de Suelos UNC.*