



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Respuesta sísmica por el método de desempeño, del sistema estructural del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno - 2021.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR (ES):**

Calapuja Suaña, Juan Carlos (ORCID: 0000-0003-0750-4386)

Yucra Ticona, Lenin Vladimir (ORCID: 0000-0003-4681-4512)

**ASESOR:**

DR. ING. TELLO MALPARTIDA, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

LIMA – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA.**

### **Dedicatoria, Juan Carlos Calapuja Suaña**

A mis padres, por todo su apoyo, sacrificio y buenos consejos durante mi formación personal y profesional.

A mi esposa, por el apoyo incondicional, compañía y motivación durante el desarrollo de ese trabajo, además de siempre estar a mi lado en los buenos y malos momentos,

A mi hija, por ser parte de mi vida y por ser la razón de todo tipo de esfuerzo y sacrificio para seguir adelante en la vida.

### **Dedicatoria, Lenin Vladimir Yucra Ticona**

Este trabajo de investigación se lo dedico a mis padres pedro y teresa por el esfuerzo y dedicación que tuvieron para conmigo durante mi formación personal. Cuando me preguntan cuántos hermanos tengo, siempre lo digo con orgullo que somos 7, porque cada uno de ustedes me mostro el camino del éxito.

A mi esposa, Angela, por el amor, cariño y comprensión que tienes conmigo. A mi hija Marie por ser la alegría y el motivo que me empuja a realizarme profesionalmente.

## **AGRADECIMIENTO**

### **Agradecimiento, Juan Carlos Calapuja Suaña**

A Dios en primer lugar, por haberme cuidado, guiado y bendecido con salud y bienestar en las diferentes etapas de mi vida hasta este momento.  
A todos mis docentes, por las enseñanzas infundidas en mi desarrollo profesional.  
A mis amigos y compañeros, por el apoyo brindado.

### **Agradecimiento, Lenin Vladimir Yucra Ticona**

A mi familia, por el apoyo incondicional.  
A mis docentes, por la educación.  
A mis amigos, por ser de gran ayuda durante mi proceso de formación profesional.

## ÍNDICE

CARATULA .....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE TABLA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT .....	XIV
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	16
3.1.1. Tipo de Investigación .....	16
3.1.2. Diseño de Investigación .....	16
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	16
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO .....	17
3.3.1. Población .....	17
3.3.2. Muestra .....	17
3.3.3. Muestreo .....	17
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	18
3.4.1. Instrumentos de recolección de datos.....	18
3.4.2. Validación de los instrumentos.....	19
3.4.3. Confiabilidad de recolección de datos.....	19
3.5. PROCEDIMIENTOS.....	20
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	24
3.7. ASPECTOS ÉTICOS .....	24
IV. RESULTADOS.....	25
4.1. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	26

4.1.1.	Etapa 1: Recolección De Datos Y Estudios Básicos .....	26
4.1.2.	Etapa 2: Modelo Y Análisis Del Sistema Aporticado .....	29
4.1.3.	Etapa 3: Modelo Y Análisis Del Sistema Dual .....	82
4.2.	RESULTADOS .....	129
V.	DISCUSIÓN .....	139
VI.	CONCLUSIÓN .....	142
VII.	RECOMENDACIONES .....	145
	REFERENCIA .....	147
	ANEXOS.....	152

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1: Parámetros de diseño sísmico para sistema aporticado</b> .....	28
<b>Tabla 2: Parámetros de diseño sísmico para sistema dual</b> .....	28
<b>Tabla 3: Parámetros de diseño sísmica</b> .....	32
<b>Tabla 4: Irregularidad torsional.</b> .....	35
<b>Tabla 5: Irregularidad torsional extrema</b> .....	35
<b>Tabla 6: Irregularidad de piso blando.</b> .....	40
<b>Tabla 7: Irregularidad de masa.</b> .....	40
<b>Tabla 8: Irregularidad de piso débil</b> .....	41
<b>Tabla 9: Zonificación sísmica</b> .....	42
<b>Tabla 10: Condiciones locales.</b> .....	42
<b>Tabla 11: Categoría de la edificación.</b> .....	42
<b>Tabla 12: Factor de amplificación sísmica</b> .....	43
<b>Tabla 13: Sistema estructural en el eje X</b> .....	43
<b>Tabla 14: Sistema estructural en el eje Y</b> .....	43
<b>Tabla 15: Espectro de pseudo aceleración en la dirección X, según norma</b> .....	45
<b>Tabla 16: Espectro de pseudo aceleración en la dirección Y, según norma</b> .....	46
<b>Tabla 17: Factor de escala del sismo dinámico a sismo estático</b> .....	47
<b>Tabla 18: Cortante en la base, estático y dinámico</b> .....	50
<b>Tabla 19: Modos de vibración del modelado.</b> .....	51
<b>Tabla 20: Distorsiones relativas de pisos.</b> .....	52
<b>Tabla 21: Máximas distorsiones.</b> .....	52
<b>Tabla 22: Distribución vertical de carga pseudo lateral</b> .....	56
<b>Tabla 23: Puntos de interés.</b> .....	61
<b>Tabla 24: Puntos de interés</b> .....	62
<b>Tabla 25: Punto de desempeño sismo frecuente.</b> .....	64
<b>Tabla 26: Punto de desempeño sismo frecuente.</b> .....	65
<b>Tabla 27: Punto de desempeño, sismo de servicio</b> .....	66
<b>Tabla 28: Punto de desempeño, sismo de servicio</b> .....	67
<b>Tabla 29: Punto de desempeño, sismo de diseño.</b> .....	68
<b>Tabla 30: punto de desempeño, sismo de diseño.</b> .....	69
<b>Tabla 31: Punto de desempeño, sismo ocasional.</b> .....	70
<b>Tabla 32: Punto de desempeño, sismo ocasional.</b> .....	71

<b>Tabla 33: Parámetros de diseño sísmico para sistema dual .....</b>	<b>84</b>
<b>Tabla 34: Irregularidad torsional. ....</b>	<b>86</b>
<b>Tabla 35: Irregularidad torsional extrema .....</b>	<b>86</b>
<b>Tabla 36: Irregularidad de piso blando.....</b>	<b>90</b>
<b>Tabla 37: Irregularidad de masa.....</b>	<b>90</b>
<b>Tabla 38: Irregularidad de piso débil .....</b>	<b>91</b>
<b>Tabla 39: Zonificación sísmica.....</b>	<b>92</b>
<b>Tabla 40: Condiciones locales. ....</b>	<b>92</b>
<b>Tabla 41: Categoría de la edificación.....</b>	<b>92</b>
<b>Tabla 42: Factor de amplificación sísmica .....</b>	<b>93</b>
<b>Tabla 43: Sistema estructural en el eje X .....</b>	<b>93</b>
<b>Tabla 44: Sistema estructural en el eje Y .....</b>	<b>93</b>
<b>Tabla 45: Espectro de pseudo aceleración en la dirección X, según norma</b>	<b>94</b>
<b>Tabla 46: Espectro de pseudo aceleración en la dirección Y, según norma</b>	<b>95</b>
<b>Tabla 47: Factor de escala del sismo dinámico a sismo estático .....</b>	<b>97</b>
<b>Tabla 48: Cortante en la base, estático y dinámico .....</b>	<b>100</b>
<b>Tabla 49: Modos de vibración del modelado. ....</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 50: Distorsiones relativas de pisos en el sistema dual.....</b>	<b>102</b>
<b>Tabla 51: Máximas distorsiones.....</b>	<b>102</b>
<b>Tabla 52: Distribución vertical de carga pseudo lateral.....</b>	<b>105</b>
<b>Tabla 53: Puntos de interés .....</b>	<b>109</b>
<b>Tabla 54: Puntos de interés .....</b>	<b>110</b>
<b>Tabla 55: Punto de desempeño sismo frecuente, dirección X. ....</b>	<b>112</b>
<b>Tabla 56: Punto de desempeño sismo frecuente dirección Y. ....</b>	<b>113</b>
<b>Tabla 57: Punto de desempeño sismo ocasional dirección X.....</b>	<b>114</b>
<b>Tabla 58: Punto de desempeño sismo ocasional dirección Y.....</b>	<b>115</b>
<b>Tabla 59: Punto de desempeño sismo de diseño dirección X.....</b>	<b>116</b>
<b>Tabla 60: Punto de desempeño sismo de diseño dirección Y.....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla 61: Punto de desempeño sismo muy raro en dirección X.....</b>	<b>118</b>
<b>Tabla 62: Punto de desempeño sismo muy raro en dirección Y .....</b>	<b>119</b>
<b>Tabla 63: Sectorización de la curva de capacidad .....</b>	<b>127</b>
<b>Tabla 64: Desplazamientos en Dirección “X” .....</b>	<b>129</b>
<b>Tabla 65: Desplazamientos en Dirección “Y” .....</b>	<b>130</b>

<b>Tabla 66: Cortante en la dirección X.....</b>	<b>131</b>
<b>Tabla 67: Cortante en la dirección Y.....</b>	<b>132</b>
<b>Tabla 68: Punto de desempeño – Sistema estructural aporticado .....</b>	<b>133</b>
<b>Tabla 69: Punto de Desempeño – Sistema estructural Dual.....</b>	<b>133</b>
<b>Tabla 70: Nivel de Desempeño según Fema 440, Sistema estructural aporticado .....</b>	<b>135</b>
<b>Tabla 71: Nivel de Desempeño según Fema 440, Sistema estructural dual.</b>	<b>136</b>
<b>Tabla 72: Ductilidad – sistema aporticado .....</b>	<b>137</b>
<b>Tabla 73: Ductilidad – sistema dual .....</b>	<b>138</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Transmisión de las cargas verticales .....	10
Figura 2: Cálculo de derivas de piso. ....	11
Figura 3: Tipos de ductilidad.....	14
Figura 4: Edificio multifamiliar Zúñiga Galicia.....	20
Figura 5: Modelamiento tridimensional de la estructura a porticada. ....	30
Figura 6: Vista en planta de la estructura modelado en los dos ejes. ....	31
Figura 7: Sismo en la dirección en X, coeficiente de 0.119. ....	33
Figura 8: Sismo en la dirección en Y, coeficiente de 0.092. ....	33
Figura 9: Irregularidad torsional en la estructura.....	34
Figura 10: Irregularidad por esquinas entrantes. ....	36
Figura 11: Vista en planta de la irregularidad de esquinas entrantes. ....	37
Figura 12: Vista en planta de la Irregularidad de discontinuidad de diafragma .....	38
Figura 13: Vista en planta de irregularidad de sistemas no paralelos.....	39
Figura 14: Espectro de pseudo - aceleración en dirección X.....	45
Figura 15: Espectro de pseudo aceleración en dirección Y .....	46
Figura 16: Factor de escala sismo en dirección X.....	47
Figura 17: Factor de escala sismo en dirección X.....	48
Figura 18: Cortante basal por sismo estático, en dirección en X. ....	48
Figura 19: Cortante basal por sismo estático, en dirección en Y. ....	49
Figura 20: Cortante basal por sismo dinámico, en dirección en X. ....	49
Figura 21: cortante basal por sismo dinámico, en dirección en Y.....	50
Figura 22: Cantidad de acero .....	53
Figura 23: Nodo de Control .....	54
Figura 24: Casos de Carga de Gravedad No Lineal.....	55
Figura 25: Introducción de carga pushover .....	55
Figura 26: Fuerzas iniciales para el análisis pushover “X” .....	56
Figura 27: Fuerzas iniciales para el análisis pushover “Y” .....	57
Figura 28: Casos de Carga Análisis Estático No Lineal.....	58
Figura 29: Configuración de la aplicación de carga para el AENL – Sistema aporticado .....	59
Figura 30: Asignación de rotulas plásticas.....	60

<b>Figura 31: Curva de capacidad en la dirección X .....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 32: Curva de capacidad en la dirección “Y” .....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 33: Espectro de pseudoaceleraciones – Sistema Aporticado .....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 34: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección “X” .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 35: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección “Y” .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 36: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección “X” .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 37: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección “Y” .....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 38: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección “X” .....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 39: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección “Y” .....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 40: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección “X” .....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 41: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección “Y” .....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 42: Posible daño en la estructura en el eje A .....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 43: Posible daño en la estructura en el eje B .....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 44: Posible daño en la estructura en el eje C .....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 45: Posible daño en la estructura en el eje D .....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 46: Posible daño en la estructura en el eje 1 .....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 47: Posible daño en la estructura en el eje 2 .....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 48: Posible daño en la estructura en el eje 3 .....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 49: Sectorización de la curva de capacidad .....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 50: Niveles de desempeño para edificaciones comunes. ....</b>	<b>80</b>
<b>Figura 51: sectorización curva de capacidad X-X, sistema aporticado .....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 52: Sectorización de curva de capacidad en dirección “Y” – sistema aporticado. ....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 53: Modelamiento tridimensional del sistema estructural dual .....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 54: Vista en planta del sistema estructural dual .....</b>	<b>83</b>
<b>Figura 55: Sismo en la dirección en X, coeficiente de 0.185. ....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 56: Sismo en la dirección en Y, coeficiente de 0.135. ....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 57: Vista en planta de la irregularidad de esquinas entrantes. ....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 58: Vista en planta de la Irregularidad de discontinuidad de diafragma .....</b>	<b>88</b>
<b>Figura 59: Vista en planta de irregularidad de sistemas no paralelos .....</b>	<b>89</b>
<b>Figura 60: Espectro de pseudo aceleración en dirección X .....</b>	<b>95</b>
<b>Figura 61: Espectro de pseudo aceleración en dirección Y .....</b>	<b>96</b>

<b>Figura 62: Factor de escala sismo en dirección X.....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 63: Factor de escala sismo en dirección Y.....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 64: Cortante basal por sismo estático, en dirección en X. ....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 65: Cortante basal por sismo estático, en dirección en Y. ....</b>	<b>99</b>
<b>Figura 66: Cortante basal por sismo dinámico, en dirección en X. ....</b>	<b>99</b>
<b>Figura 67: Cortante basal por sismo dinámico, en dirección en Y. ....</b>	<b>100</b>
<b>Figura 68: Nodo de control.....</b>	<b>103</b>
<b>Figura 69: Carga pseudo lateral.....</b>	<b>104</b>
<b>Figura 70: Patrones de carga pushover .....</b>	<b>105</b>
<b>Figura 71: Fuerzas iniciales para el análisis pushover”X” .....</b>	<b>106</b>
<b>Figura 72: Fuerzas iniciales para el análisis pushover “Y” .....</b>	<b>106</b>
<b>Figura 73: Configuración de la aplicación de carga para el AENL – Sistema dual.....</b>	<b>107</b>
<b>Figura 74: Asignación de rotulas plásticas.....</b>	<b>108</b>
<b>Figura 75: Curva de capacidad en la dirección X .....</b>	<b>109</b>
<b>Figura 76: Curva de capacidad en la dirección “Y” .....</b>	<b>110</b>
<b>Figura 77: Espectro de pseudoaceleraciones – sistema dual.....</b>	<b>111</b>
<b>Figura 78: <i>Ubicación del Punto de Desempeño de sismo frecuente en la dirección “X”.....</i></b>	<b>112</b>
<b>Figura 79: Ubicación del punto de desempeño de sismo frecuente en la dirección “Y”.....</b>	<b>113</b>
<b>Figura 80: Ubicación del punto de desempeño de sismo ocasional en dirección X.....</b>	<b>114</b>
<b>Figura 81: Ubicación del punto de desempeño de sismo ocasional en dirección Y.....</b>	<b>115</b>
<b>Figura 82: Ubicación del punto de desempeño de sismo de diseño en dirección X.....</b>	<b>116</b>
<b>Figura 83: Ubicación del punto de desempeño de sismo de diseño en dirección Y.....</b>	<b>117</b>
<b>Figura 84: Ubicación del punto de desempeño de sismo muy raro en dirección X.....</b>	<b>118</b>
<b>Figura 85: Ubicación del punto de desempeño de sismo muy raro en dirección Y.....</b>	<b>119</b>

<b>Figura 86: Posible daño en la estructura en el eje A.....</b>	<b>120</b>
<b>Figura 87: Posible daño en la estructura en el eje B.....</b>	<b>121</b>
<b>Figura 88: Posible daño en la estructura en el eje C.....</b>	<b>122</b>
<b>Figura 89: Posible daño en la estructura en el eje D.....</b>	<b>123</b>
<b>Figura 90: Posible daño en la estructura en el eje 1 .....</b>	<b>124</b>
<b>Figura 91: Posible daño en la estructura en el eje 2 .....</b>	<b>125</b>
<b>Figura 92: Posible daño en la estructura en el eje 2 .....</b>	<b>126</b>
<b>Figura 93: Sectorización de la curva de capacidad.....</b>	<b>127</b>
<b>Figura 94: Sectorización curva de capacidad X-X.....</b>	<b>128</b>
<b>Figura 95: Sectorización curva de capacidad Y-Y.....</b>	<b>128</b>
<b>Figura 96: Comparación – Desplazamientos en Dirección “X” .....</b>	<b>129</b>
<b>Figura 97: Comparación – Desplazamientos en Dirección “Y” .....</b>	<b>130</b>
<b>Figura 98: Comparación de cortante en la dirección X.....</b>	<b>131</b>
<b>Figura 99: Comparación de cortante en la dirección X.....</b>	<b>132</b>
<b>Figura 100: Desempeño sísmico en X-X, Sistema Estructural Aporticado. ....</b>	<b>134</b>
<b>Figura 101: Desempeño sísmico en Y-Y, Sistema estructural Aporticado.. ....</b>	<b>134</b>
<b>Figura 102: Desempeño sísmico en X-X, Sistema Estructural Dual .....</b>	<b>135</b>
<b>Figura 103: Desempeño sísmico en Y-Y, Sistema Estructural Dual .....</b>	<b>136</b>

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la respuesta sísmica por el método de desempeño, del sistema estructural de un edificio multifamiliar. La metodología utilizada fue de tipo aplicada y enfoque cuantitativo, con un diseño cuasi experimental, la población estuvo conformada por los edificios multifamiliares de 06 niveles en ciudad de Juliaca y la muestra estuvo compuesta por el edificio multifamiliar de 06 niveles Zúñiga Galicia, de muestreo no probabilístico por conveniencia. Se desarrollaron dos modelos con el apoyo del software ETABS V.19, el primer modelo fue el de un sistema estructural aporticado y el segundo un sistema estructural dual, el modelado se realizó basado en recolección de datos básicos y parámetros establecidos por la norma, en seguida se procedió a realizar el análisis estático, análisis dinámico y el análisis estático no lineal, por el método de desempeño (pushover). Con los resultados obtenidos que el sistema estructural dual presenta menores desplazamientos por desempeño como son ( $X = 1.49$  cm) y en ( $Y = 0.50$  cm) en comparación al sistema estructural porticado que presenta en ( $X = 20.08$  cm) y en ( $Y = 5.71$  cm). También se determinó que el sistema dual presenta mejor respuesta a la cortante basal, así también se obtuvo los puntos de desempeño para cada sistema estructural y se determinó el nivel de desempeño de los mismos el cual cumple con los objetivos de diseño para cada tipo de sismo. Finalmente, se concluye que el sistema estructural dual presenta mejor respuesta sísmica por desempeño a comparación del sistema estructural aporticado, para el edificio multifamiliar Zúñiga Galicia.

**Palabras Claves:** Respuesta Sísmica, Sistema Aporticado, Sistema Dual, método de desempeño.

## ABSTRACT

This research aimed to determine the seismic response by the performance method of the structural system of a multifamily building. The methodology used was applied type and quantitative approach, with a quasi-experimental design, the population consisted of the multifamily buildings of 06 levels in the city of Juliaca and the exhibition was composed of the multifamily building of 06 levels Zúñiga Galicia, non-probabilistic sampling for convenience. Two models were developed with the support of ETABS V.19 software, the first model was that of a structural system provided and the second a dual structural system, the modeling was carried out based on basic data collection and parameters established by the standard, immediately proceeded to perform static analysis, dynamic analysis and static nonlinear analysis, by the pushover method. With the results obtained that the dual structural system has lower displacements by performance such as ( $X = 1.49$  cm) and in ( $Y = 0.50$  cm) compared to the porticated structural system that presents in ( $X = 20.08$  cm) and in ( $Y = 5.71$  cm). It was also determined that the dual system has improved response to the basal shear, so the performance points were also obtained for each structural system and the level of performance of the same was determined which meets the design objectives for each type ofism. Finally, it concludes that the dual structural system has better seismic response by performance compared to the structural system provided, for the multifamily building Zúñiga Galicia.

**Keywords:** Seismic Response, Porticated System, Dual System, Performance Method.

## **I. INTRODUCCIÓN**

A lo largo del tiempo, el Perú se ha visto afectado por varios movimientos telúricos y sismos, siendo el más destructivo, no solo por la dimensión sino además por el número de muertos y desaparecidos. Alcanzó una magnitud de 7.8 (Mw), en la escala de magnitud de momento seguido de un gran aluvión en el Callejón de Huaylas – Ancash en el año de 1970. (INDECI, 2006).

La actuación sísmica de las estructuras y/o edificaciones de concreto armado ha sido muy estudiado y explorado, debido a su gran uso y al inconveniente de brindarle de un cierto grado de ductilidad, para permitirle una actuación y respuesta sísmica adecuada ante un movimiento sísmico severo. Sin embargo, en los últimos años se ha podido verificar los insuficientes criterios en los métodos de diseño aplicados y en los procesos constructivos empleados, quedando al descubierto que demasiadas estructuras de albañilería sin refuerzo, se han comportado y actuado mejor que las estructuras de concreto armado, mientras ocurre el sismo. (BONNET DIAZ, 2003)

Las estructuras de hormigón armado (aporticados), son generalmente más usadas gracias a su variabilidad y economía. Su rigidez se puede utilizar para disminuir distorsiones sísmicas y aminorar el daño a la estructura. Sin embargo, actualmente existen sistemas estructurales con mayor rigidez, así como los muros estructurales, usados en zonas de sismicidad alta, en donde dicho sistema estructural ha dado excelentes resultados. (BONNET DIAZ, 2003)

Si bien es cierto que las construcciones de adobe tiene poca resistencia a los eventos sísmicos, también conocemos que las construcciones de concreto armado edificados hace más de veinte años tienden a ser más vulnerables a la acción sísmica, ya que la construcción de esa época son realizados empíricamente, y a esto se debe acotar las pérdidas económicas, culturales ante los eventos sísmicos ocurridos en los años posteriores, y por consiguiente es necesario la elaboración de un análisis de desempeño sísmico. (AGUIAR FALCONI, 2003)

Para realizar un diseño estructural de una edificación de concreto armado no es suficiente el predimensionamiento de los elementos estructurales, al contrario, ahí es el punto de partida para la verificación del desempeño estructural y económico, es muy probable que al momento de realizar la verificación se encontraran

carencias en el desempeño de la estructura y estamos a tiempo para optimizar los optimizar las sesiones, elementos horizontales y verticales de la superestructura. No hacerlo sería una falta grave e inaceptable ya que se cuenta en la actualidad se cuenta con un gran desarrollo informativo como software de análisis estructurales tal es el caso del ETABS. (AGUIAR FALCONI, 2003)

El **problema general**: ¿Cuál será la respuesta sísmica por Desempeño del sistema estructural del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno - 2021?, y a su vez como **problemas específicos** se plantean: ¿Cuál será el desplazamiento por Desempeño del sistema estructural del edificio multifamiliar, Juliaca, Puno - 2021?, ¿Cuál será la cortante basal del sistema estructural del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno – 2021?, ¿Cuál será el nivel de desempeño del edificio de concreto armado, ante un evento sísmico en la ciudad de Juliaca?, ¿Cuál será la capacidad sísmica del punto de desempeño del edificio de concreto armado, ante un evento sísmico en la ciudad de Juliaca?, ¿Cuál será la ductilidad del sistema estructural del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno – 2021?

Como **Justificación Técnica** se tiene que el proyecto de tesis permitirá tener un claro entendimiento de la respuesta sísmica por desempeño de los sistemas estructurales aporticados y duales de las edificaciones de la ciudad de Juliaca ante la ocurrencia de eventos sísmicos, permitiendo plantear a los ingenieros estructuristas el diseño más seguro posible. En cuanto a la **Justificación Económica**, la aplicación de esta investigación al permitir conocer el comportamiento de los sistemas estructurales aporticados y duales, y optar por el más adecuado para la zona, evitara las pérdidas económicas y gastos en reparaciones provocadas por los eventos sísmicos. Finalmente, como **Justificación Social**, esta investigación beneficiara a la población de la ciudad de Juliaca, ya que permitirá conocer el sistema estructural adecuado para sus construcciones, lo cual aportara mucho a la mejora de las construcciones típicas y muchas veces deficientes.

El **objetivo general** de la actual investigación es Determinar respuesta sísmica por Desempeño del sistema estructural del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno - 2021. Y como **objetivos específicos** se tiene: Evaluar cual será el

desplazamiento por Desempeño del sistema estructural del edificio multifamiliar, Juliaca, Puno – 2021. Evaluar la cortante basal del sistema estructural del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno – 2021. Evaluar el nivel de desempeño del edificio de concreto armado, ante un evento sísmico en la ciudad de Juliaca. Conocer el punto de desempeño del edificio de concreto armado, ante un evento sísmico en la ciudad de Juliaca. Evaluar la ductilidad del sistema estructural del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno – 2021.

La **hipótesis general** de esta investigación es: El sistema estructural dual presenta mejor respuesta sísmica por Desempeño del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno – 2021. Las **hipótesis específicas** son: El Sistema estructural dual presenta menor desplazamiento por Desempeño del edificio multifamiliar, Juliaca, Puno – 2021. El sistema estructural dual presenta mejor respuesta a la cortante basal ante un evento sísmico en la ciudad de Juliaca. El nivel de desempeño para el sistema estructural dual del edificio multifamiliar es operacional. El sistema estructural dual presenta un mejor punto de desempeño ante un evento sísmico en la ciudad de Juliaca. El sistema estructural dual presenta una mejor ductilidad para el edificio multifamiliar, Juliaca, Puno – 2021.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Los antecedentes para la siguiente investigación son:

(AZA SANTILLAN, 2014), en su investigación titulada **“Diseño estructural de un edificio residencial de concreto armado de ocho pisos y semisótano”**, tuvo como objetivo efectuar el estudio, diseño y análisis y diseño de los componentes estructurales basado en las normas vigentes a la fecha de la publicación de este proyecto investigación, fue un estudio de tipo aplicativo, la población tuvo lugar en el distrito de Barranca, la muestra es un edificio multifamiliar de ocho niveles, el muestreo es no probabilístico, los instrumentos fueron las siguientes normas: E.020 cargas, E.030 diseño sismorresistente, E.050 suelos y cimentaciones y la E.060 concreto armado. Los principales resultados fueron que la **dimensión de la viga 8** es de 40\*70 cm y la **dimensión de las columnas** es de 40\*100 cm, determinados según los cálculos. En conclusión, para la investigación se determinó que las vigas principales y secundarias será peraltadas y que columnas son elementos sismorresistentes que controlaran los desplazamientos laterales.

(RETAMOZO, 2011), en su investigación titulada **“Diseño estructural de un edificio de viviendas de dos sótanos y cinco pisos, ubicado en san isidro – Lima”**, tuvo como objetivo general efectuar el diseño estructural de un edificio de dos sótanos y cinco niveles, fue un estudio de tipo cuantitativo aplicativo, la población de estudio tuvo lugar el distrito de San Isidro, Lima, la muestra es un edificio vivienda de 2 sótanos y cinco pisos, el muestreo fue no probabilístico, los instrumentos empleados para la investigación fue el programa ETABS, y el reglamento nacional de edificaciones (RNE). Los principales resultados fueron la obtención de la cuantificación del peso **de la edificación**, teniendo para la carga muerta de 53969.2 kilogramos y para la carga viva fue de 10266.0 kilogramos para el edificio. Para la investigación se concluyó que la superestructura está diseñada en su totalidad por muros de corte y sistema de pórticos, como también por losas aligeradas y macizas.

(LEURO CAMACHO, y otros, 2017), en su investigación titulada **“Comportamiento Estructural de un edificio en concreto reforzado bajo un sistema estructural dual, con Disposición de Muros en Ejes donde no comprometen la Arquitectura”**, tuvo como objetivo elaborar el estudio del comportamiento de una

edificación de concreto armado, a través del procedimiento de diseño de fuerza horizontal equivalente (FHE) con **muros estructurales en el eje X-X e Y-Y** con la finalidad de verificar cual resulta más eficaz respecto a rigidez y trabajo conjunto con pórticos. Fue un estudio de tipo cualitativo, la población de estudio tuvo lugar la ciudad de Bogotá, siendo la muestra y muestreo un edificio de 05 niveles los instrumentos empleados fue el programa ETABS. Los principales resultados alcanzados y confrontados en las edificaciones (propuestas) fueron que las derivas totales obtenidas entre niveles satisfacen el 1% solicitado según NSR-10, resultando que para un sismo ocurrido en dirección X y en dirección Y, las estabilidades de estas son propicias. Se concluyo, apreciando los resultados obtenidos, que la el sistema estructural que tiene mejor comportamiento es el sistema estructural 2 con un **margen conceptual del 42.15%** siendo el de mayor valor entre los sistemas estructurales

(CHOQUE SUCASACA, y otros, 2019), en su investigación titulada ***“Análisis estático no lineal y Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030”***, tuvo como objetivo hallar el punto de desempeño de cada modelo para cada tipo de amenaza sísmica. Fue un estudio de tipo cualitativo, la población de estudio tuvo lugar en la ciudad de Arequipa, siendo muestra y muestreo fue un edificio de 8 niveles, los instrumentos empleados fue el programa ETABS, el método del espectro de capacidad y el método de coeficientes. Los principales resultados fueron **desplazamientos** últimos en el eje X es 26.03 cm y en el eje Y es 21.72 cm. Se concluyo al incluir los muros de corte en el diseño y análisis de la estructura tiene un aporte fundamental para la rigidez de la superestructura en el desarrollo de la capacidad global restringiendo en los desplazamientos laterales de la superestructura.

(RUIZ HURTADO, 2019), en su investigación ***“Reducción de la cortante basal cuando se aplican losas con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno, lima 2019”***, tuvo como objetivo general, determinar que al utilizar las viguetas prefabricadas y casetones de poliestireno se lograra reducir la cortante basal en las losas aligeradas. Fue un estudio de tipo aplicado y a un nivel explicativo casual, el autor nos dice que la población es un conjunto de edificaciones en el distrito de Magdalena del Mar, Lima; siendo la muestra fue un edificio denominado

Villa Jiménez de 8 niveles, el muestreo fue no probabilístico escogido específicamente por el investigador, los instrumentos empleados fueron: las fichas de observación, ficha técnica, programa estructural ETABS V.17. Los principales resultados según la investigación en las que se evaluó la **Cortante Basal** y en los ejes X-X y Y-Y se obtuvo una reducción significativa de hasta el 7% en las losas aligeradas. Se concluyó que al disminuir las fuerzas estructurales se reduce la cortante basal, la cual nos dio como resultado una variación entre la losa aligerada convencional y la losa de viguetas prefabricadas en un 8%.

(MEDINA, y otros, 2018), en su investigación titulada **“Determinación del nivel de desempeño de un edificio habitacional estructurado en base a muros de hormigón armado y diseñado según normativa chilena”**. Tuvo como objetivo hallar el nivel de desempeño empleando el método de espectro capacidad, la población de estudio tuvo lugar en el país de Chile en la zona sísmica 3, como muestra se tuvo edificio de 22 niveles, y el muestreo es no probabilístico; los instrumentos empleados fueron la normativa chilena (DS60. 2011, DS61.2011). Los principales resultados obtenidos fueron que en su mayoría los **puntos de desempeño** no sobrepasan los límites determinados por Visión 2000, por lo que el edificio mantiene un **nivel de desempeño** operacional para sismos de gran magnitud. En conclusión, el edificio es totalmente operacional.

(BOJORQUEZ MORA, y otros, 2009), en su investigación titulada **“Consideración explícita del daño acumulado en el diseño sísmico de estructuras a través de factores de reducción de resistencia por ductilidad”**. Tuvo como primer objetivo evaluar, la ductilidad en estructuras de un grado de libertad que representan sistemas estructurales sismo-resistentes construidas en diferentes zonas del Valle de México. Fue un estudio de tipo evaluativo, la población de estudio fue el Valle de México, siendo muestra y muestreo que se emplearon una cantidad de 120 movimientos sísmicos inspeccionados en diferentes zonas en el Valle de México, los instrumentos empleados fueron los Índices de daño de Park y Ang. Los principales resultados alcanzados indican una influencia considerable de daño acumulado en el desempeño sísmico de estas estructuras, así como también la necesidad de conocer los verdaderos niveles de **ductilidad** que es posible de desarrollar por las estructuras durante un evento sísmico severo.

Las teorías para la siguiente investigación son

**Dimensionamiento de Vigas y Columnas:** Una adecuada elección de un determinado sistema estructural y de las medidas de los elementos que lo conforman a partir del inicio del diseño arquitectónico resulta en una mejor claridad de información, seguridad de los costos y calidad del resultado final. (GIRALDO, 2008)

Peralte o espesor mínimo de vigas simplemente apoyadas: (NTP E.060 Concreto Armado, 2009)

$$\frac{l}{16}$$

Peralte o espesor mínimo de vigas en voladizo: (NTP E.060 Concreto Armado, 2009)

$$\frac{l}{8}$$

Las **dimensiones de columnas** se predimensionan de la siguiente manera: (MORALES MORALES, 2006)

$$bD = \frac{P}{n f'_c}$$

En que:

D = medida de la sección de la columna en dirección del análisis sísmico

B = la otra medida de la sección de la columna.

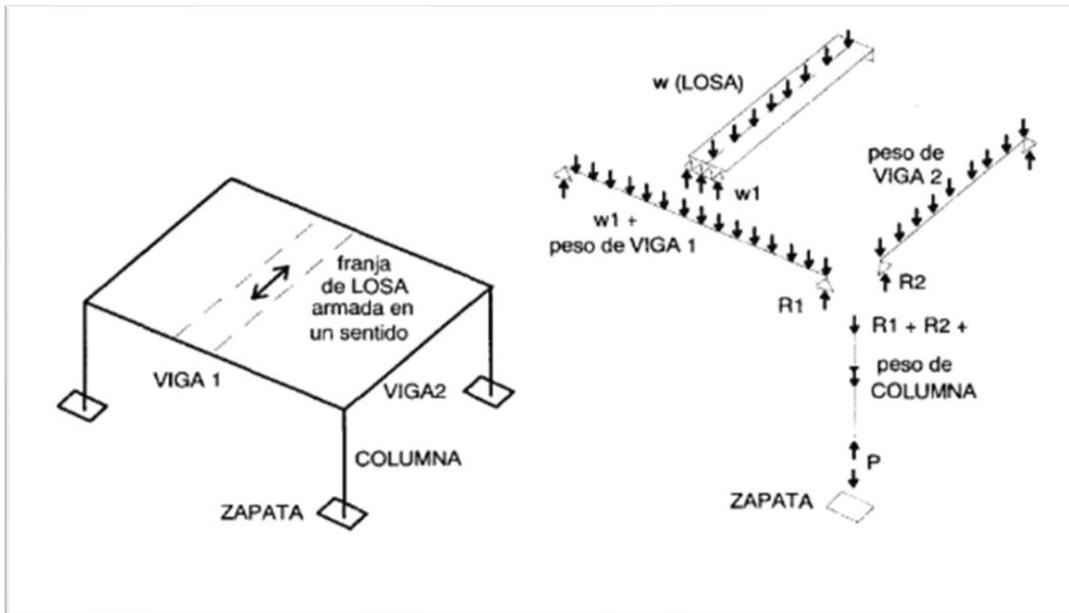
P = carga total a soportar por la columna.

n = valor dependiente del tipo de columna.

f'c = resistencia a la compresión del concreto.

**Peso total de la Edificación:** Los sistemas estructurales que componen una edificación deberán ser capaces de soportar las cargas de la estructura, y las mismas actuarán por las combinaciones señaladas y no tiene que originar esfuerzos ni deformaciones que ocasionen daños en el diseño; para determinar las cargas de la edificación se realiza el procedimiento de metrado utilizando la técnica de estimación de cargas actuantes en los elementos que forman parte del edificio, al realizar el metrado de cargas tenemos que imaginarnos como es la manera como

se apoyan los elementos sobre otros elementos (ver figura 1) . (NTP E.020 Cargas, 2006)



**Figura 1: Transmisión de las cargas verticales**

*Fuente: (NTP E.020 Cargas, 2006)*

Para la obtención del **peso total de la edificación** se debe considerar los tipos de cargas ya sean: para cargas estáticas, cargas permanentes o muertas, cargas vivas; y para cargas dinámicas tenemos: las vibraciones causadas por maquinarias, viento, sismo, cargas impulsivas. Todas las cargas o sollicitaciones que actúan en la edificación deberán tener una combinación, la que presente un efecto más desfavorable en los elementos estructurales cuando sean aplicados. (NTP E.060 Concreto Armado, 2009)

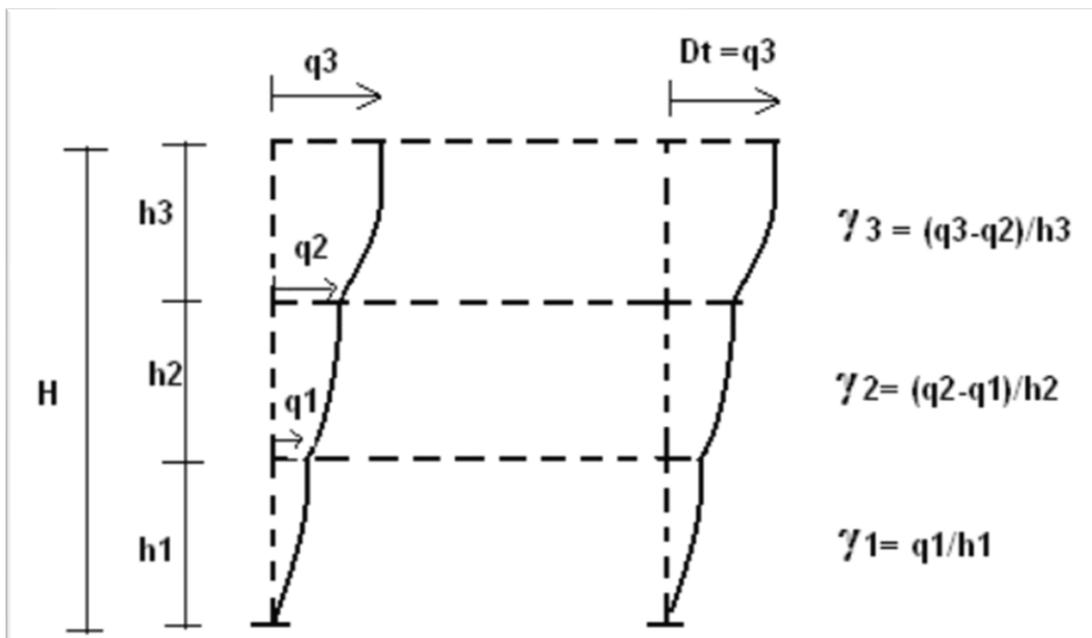
- $1.4CM+1.7CV$
- $1.25CM+1.25CV\pm 1.00SX$
- $1.25CM+1.25CV\pm 1.00SY$
- $0.9CM\pm 1.00SX$
- $0.9CM\pm 1.00SY$

*En dónde:*

- *CM: Carga muerta*
- *CV: Carga viva*
- *Sx, Sy: Cargas de sismo en dirección x e y respectivamente.*

**Área de Muros en el Eje x-x y Eje y-y:** Las fuerzas sísmicas son soportadas por una composición de pórticos de concreto armado y muros estructurales, los **muros** deben de ser planteados en las dos direcciones como para el **eje X-X y el eje Y-Y**, con el fin de capturar como mínimo el 20% de la fuerza cortante en la base y menor que el 70% de la fuerza cortante en la base de la edificación. (NTP E.030 Diseño Sismorresistente, 2018)

**Desplazamientos:** En la práctica, la ingeniería ha aplicado un espectro de respuesta de aceleraciones para los métodos de diseño y análisis de sistemas estructurales que se basan en la aplicación de fuerzas. Ahora bien, en estos últimos años se ha reconocido que los parámetros más notables en un diseño vienen a ser las deformaciones y los desplazamientos. (Mazzolani, y otros, 2004) nos dice que las estructuras debe de disipar la fuerza sísmica mediante la deformación inelástica y están tienen que ser limitadas por la ductilidad, Por ello, se ha fomentado la utilización de espectros de respuesta en formato aceleración – desplazamiento para la determinación de diseños que se basan en el desempeño sísmico. (ATC-40, 1996)



**Figura 2: Cálculo de derivas de piso.**

Fuente: (AGUIAR, 2006)

**Cortante Basal:** La cortante Basal de una determinada edificación viene a ser la suma continua de las fuerzas cortantes de cada nivel, la cual se refracta en la base

del edificio. Estas fuerzas cortantes en cada nivel vienen a ser la aplicación de la fuerza sísmica en un determinado nivel y que se va sumando cada vez que nos aproximamos más a la base. (SAAVEDRA, 2016)

Para obtener la cortante basal, se emplea la siguiente fórmula indicada en el R.N.E E.030 Diseño Sismorresistente.

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

**Punto de Desempeño:** El método de espectro capacidad establece un medio para precisar el punto de desempeño de una estructura cuando se ve expuesta a eventos sísmicos de distinta magnitud. A través de un recurso gráfico, se hace la comparación de la capacidad de soportar las fuerzas horizontales con la demanda sísmica, figurada a través de un espectro de respuesta reducido. (FREEMAN, 1995)

Cuando se superpone el espectro de capacidad y el de demanda, resulta la mayor respuesta de la edificación exactamente en el punto de intersección, a este se le conoce como el punto de desempeño, que representa el mayor desplazamiento estructural deseado para el sismo demandado. (MORENO GONZALES, 2006)

**Nivel de Desempeño:** es un estado límite de daño, representando condiciones límites o tolerables establecidos en función a los posibles daños a la estructura a causa de eventos sísmicos, los cuales amenazan con la seguridad de los ocupantes de la edificación para la propuesta de VISIÓN 2000. Los que se expresan de la siguiente manera:

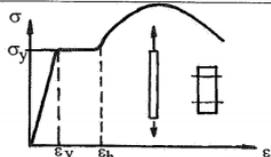
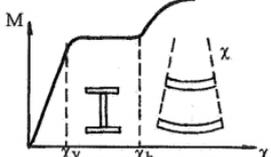
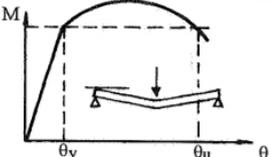
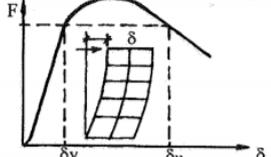
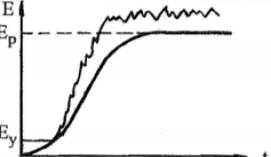
- Ocupacional: totalmente operacional, no existe daño.
- Funcional: ocupacional, daños ligeros.
- Resguardo de la vida: seguridad de vida, daños moderados.
- Cerca al colapso: prevención de colapso, daño estructural severo, en la proximidad del colapso.
- Colapso: colapso total de la estructura.

**La Ductilidad:** Es el alcance de deformación inelástica que tiene una estructura o un determinado elemento estructural. Este, depende de distintos factores como el sistema estructural, irregularidades y el material que lo compone. El

desenvolvimiento dúctil de una sección de concreto armado se logra esencialmente por la ductilidad de la armadura que lo refuerza, lo cual permite alcanzar considerables deformaciones después de que superan el límite de elasticidad. Se puede obtener la ductilidad disponible y la ductilidad demandada para un nivel de sismo determinado. (GIONCU, y otros, 2001)

(GIONCU, y otros, 2001), describe cinco tipos de ductilidad en una estructura

- Ductilidad de material o axial (a), determinada por las deformaciones plásticas del propio material.
- Ductilidad de sección transversal o de curvatura (b), son las deformaciones plásticas, considerando la interacción entre las partes que componen la misma
- Ductilidad del elemento o de rotación (c), en esta se consideran las distintas cualidades del elemento.
- Ductilidad de la estructura o de desplazamiento (d), toma en consideración el comportamiento de toda la estructura.
- Ductilidad de energía (e), considera el grado de disipación que tiene una estructura.

DUCTILITY TYPE	SCHEME	DEFINITION
MATERIAL DUCTILITY (deformation ductility)		$\mu_\epsilon = \frac{\epsilon_h - \epsilon_y}{\epsilon_y}$
CROSS-SECTION DUCTILITY (curvature ductility)		$\mu_\chi = \frac{\chi_h - \chi_y}{\chi_y}$
MEMBER DUCTILITY (rotation ductility)		$\mu_\theta = \frac{\theta_u - \theta_y}{\theta_y}$
STRUCTURE DUCTILITY (displacement ductility, kinematic ductility)		$\mu_\delta = \frac{\delta_u - \delta_y}{\delta_y}$
ENERGY DUCTILITY (hysteretic ductility)		$\mu_E = \frac{E_p - E_y}{E_y}$

**Figura 3: Tipos de ductilidad**

Fuente: (GIONCU, y otros, 2001)

Ductilidad  $\mu$ :

$$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y}$$

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **3.1.1. Tipo de Investigación**

Según (Borja Suarez, 2012), la investigación aplicada busca comprender, formar y cambiar una determinada verdad cuestionable.

Según (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014), el tipo de investigación de enfoque cuantitativo, puede desarrollar interrogantes e hipótesis previo, durante y posterior a la acumulación y estudio de los datos, este tipo de investigación sirven en principalmente para revelar las interrogantes más importantes, para posteriormente afinarlas y contestarlas.

De acuerdo a los conceptos anteriormente indicados, considerando que la presente investigación comprender y determinar la respuesta sísmica de un determinado sistema estructural de una edificación, esta investigación es de tipo aplicada y de un enfoque cuantitativo.

#### **3.1.2. Diseño de Investigación**

(HERNANDEZ SAMPIERI, 2014), en el diseño cuasi experimental se puede manipular deliberadamente una variable independiente, para ver su impacto en la variable dependiente, en este tipo de diseño la muestra es no aleatoria, sino que ya está definida antes del experimento.

Conforme a lo indicado, el diseño de la presente investigación es cuasi experimental, debido a la manipulación de la variable a través, el cual consiste en la realización de pruebas y estudios de causa y efecto, además de que la muestra es no aleatoria.

### **3.2. Variables y operacionalización**

**Variable Independiente:** Sistema Estructural del Edificio Multifamiliar.

**Definición Conceptual:** Según la (NTP E.030 Diseño Sismorresistente, 2018), un sistema estructural se cataloga según al tipo de materiales que se usan y de

acuerdo al sistema de estructuración sismorresistente que prevalece en cada sentido y/o dirección.

**Variable Dependiente:** Respuesta Sísmica por el Método de Desempeño.

**Definición Conceptual:** Según (SEAOC Vision 2000 Committe, 1995), el método basado en el desempeño, permite el diseño de edificios con un comportamiento y/o respuesta predecible y a la vez confiable ante la actividad producida por un sismo.

La matriz de operacionalización se encuentra en el Anexo N° 02 y anexo N° 03.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

Para (Lopez, 2004), es el conglomerado de individuos u objetos de los que se quiere saber algo en específico a través de una investigación.

La población estuvo conformada por los edificios multifamiliares de 06 niveles construidos hasta la fecha en el distrito de Juliaca, San Roman, Puno. Según informe de catastro del municipio a las indagaciones realizadas, las edificaciones que cuentan con este número de niveles bordean el 50% en el distrito

#### **3.3.2. Muestra**

Según (Lopez, 2004), es una parte representativa de la población o universo en donde se realizará dicha investigación.

La muestra para la investigación estuvo compuesta por el Edificio Zúñiga Galicia, ubicado en el cercado del distrito de Juliaca, el cual cuenta con 6 niveles de pisos típicos (2 niveles de uso múltiples y 4 niveles de uso multifamiliar), con un sistema estructural de pórticos, de losa aligerada y un área techada de 128.59 m<sup>2</sup>.

#### **3.3.3. Muestreo**

Velasco et al. (2003), las cantidades de estudio se eligen al momento de la recopilación de datos, debido a que resulta un tipo de muestreo sencillo, ahorrador y asequible, aunque poco simbólico.

En esta Investigación el muestreo es no probabilístico, elegido a conveniencia de los investigadores. Los juicios de selección para considerar como muestra a este edificio, es que es una muestra representativa debido a la cantidad recurrente de edificios de 6 niveles en el cercado del distrito de Juliaca, además de que posee características de estructuración similar a la mayoría de las edificaciones y puede también ser utilizada para las mismas cuyos resultados permitiría ser representativa de la población.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Según (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014), las principales técnicas e instrumentos es hallan distintos tipos de recolección ya sean usando técnicas de observación, estudio de la muestra, que faciliten con la recolección de la información necesaria para procesar los datos.

Para la investigación la técnica a utilizar será de observación directa y los instrumentos a utilizar serán las fichas técnicas, validación de los instrumentos, juicio de expertos y confiabilidad de recolección de datos.

#### **3.4.1. Instrumentos de recolección de datos**

Para esta investigación es utilizara el software ETABS V.19 con el que se realizara el modelamiento del sistema estructural aporticado y el sistema dual.

Como otro de los instrumentos de recolección de datos que se utilizara en la presente investigación son las fichas técnicas de recolección de datos para la variable dependiente, estas fichas técnicas son:

Ficha N° 1: Desplazamientos. (Anexo N° 03)

Ficha N° 2: Cortante Basal. (Anexo N° 04)

Ficha N° 3: Punto de Desempeño. (Anexo N° 05)

Ficha N° 4: Nivel de Desempeño. (Anexo N° 06)

Ficha N° 5: Ductilidad del Sistema. (Anexo N° 07)

### **3.4.2. Validación de los instrumentos**

Para (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014), en su publicación del 2014, menciona que un instrumento es válido cuando “realmente mide la variable que pretende medir”, a priori lograr la validez en figura se cree fácil su práctica, para que los resultados sean validos en la presente investigación los estudios se realizara a mediante el procesamiento de datos con el programa estructural ETABS v.19, el cual facilitar resultados cercanos al comportamiento de la estructura en estudio.

Los instrumentos y fichas para la presente investigación serán validados por expertos, los cuales serán validadas por tres expertos si las fichas realizadas son adecuadas para el uso de esta investigación.

#### **- Juicio de Expertos**

- **Experto N° 1.**

Nombre : Ing. Richard Fredy Huaila Apaza  
CIP : 103701  
Anexos : N° 04, N° 05, N° 06, N° 07 y N° 08

- **Experto N° 2.**

Nombre : Ing. Rómulo Almonte Callata.  
CIP : 132398  
Anexos : N° 04, N° 05, N° 06, N° 07 y N° 08

- **Experto N° 3.**

Nombre : Ing. Rubén Alex Mamani Apaza  
CIP : 101576  
Anexos : N° 04, N° 05, N° 06, N° 07 y N° 08

### **3.4.3. Confiabilidad de recolección de datos**

Según (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014), es una herramienta de medición que produce resultados sólidos y relacionados al individuo u objeto en estudio, es decir la confianza de una herramienta está ligada con el grado de precisión o exactitud.

Para la esta investigación se tendrá la licencia de usuario del programa estructural ETABS V. 19 la cual garantice la confiabilidad de los estudios. (anexo N° 09)

### **3.5. Procedimientos**

Para el presente proyecto de investigación se tomó el edificio Zúñiga Galicia, de 5 niveles compuesto por el primer y segundo nivel por un salón de multiusos, el tercero, cuarto y quinto nivel son departamentos familiares, y el ultimo nivel es la azotea, ubicado en el lote número 3-b-1 manzana "5" avenida almirante Grau esquina con jirón santa catalina, distrito de Juliaca provincia de san Román, siendo un edificio existente de sistema de pórticos de concreto armado y comparando se realizará con un sistema dual.



**Figura 4: Edificio multifamiliar Zúñiga Galicia**

*Fuente: elaboración propia.*

## **Etapa 1: RECOLECCIÓN DE DATOS Y ESTUDIOS BÁSICOS**

Para la ejecución de la presente tesis, resulta necesario contar con la información y/o estudios básicos necesarios para el desarrollo y modelamiento de los sistemas estructurales que se evaluarán por el método de desempeño, en ese entender, considerando que el edificio en análisis es una edificación existente, se recolectara la siguiente información:

- Estudio de suelos, que comprende el tipo de suelo y la capacidad de carga admisible.
- Características de los materiales utilizados en la construcción del Edificio, lo que comprende la Resistencia a la Compresión del Concreto utilizado ( $F'c$ ) y el módulo de elasticidad correspondiente, el acero de refuerzo y su punto de fluencia ( $Fy$ ).
- Dimensión de los elementos estructurales que componen al edificio, como son columnas, vigas y losas aligeradas.
- Dimensión de los elementos estructurales del sistema estructural dual. Como son columnas, vigas, losas aligeradas y placas.
- Combinación de cargas muertas, cargas vivas y de sismo, para considerar la más desfavorable entre las combinaciones.
- Consideración de la norma E.030 diseño sismorresistente, los parámetros de diseño sísmicos.

## **Etapa 2: Modelo y análisis del Sistema Aporticado**

El análisis significa la cuantificación de todos los elementos que compone una estructura y que cumplan la función con la cual fue diseñada, y la resistencia guarde seguridad de los ocupantes según indica Guleria, (2014), ), la estructura tiene elementos tales como columnas, vigas, paredes, cimientos, etc., donde se realiza el análisis y diseño de los elementos y que sean capaces de soportar todas las cargas aplicadas sin que la estructura falle durante el periodo de vida para la que fue diseñada (Jose, y otros, 2017).

En esta etapa se realizará, la inserción de todos los datos necesarios para la construcción del modelo en el programa, como son el sistema de unidades con el

que se va a trabajar, la definición de los materiales y sus características, definición de las secciones de los elementos que conforman el sistema estructural (elementos tipo Frame según criterio de ductilidad y elementos tipo Shell) construcción del modelo, y por último la disposición de las cargas y combinaciones de cargas, para la posterior obtención de resultados, todo ello considerando los criterios y parámetros de diseño establecidos en las siguientes normas:

- E.020 RNE (Cargas)
- E.030 RNE (Diseño Sismo resistente)
- E.050 RNE (Suelos y Cimentaciones)
- E.060 RNE (Concreto Armado).

Para la presente tesis, se realizarán los siguientes análisis para cada sistema estructural, como son:

- **Análisis estructural para cargas de gravedad y de sismo según la Norma E-030**

El análisis descrito en la norma es aplicable para sistemas aporticados que son regulares hasta una altura menor a 45 metros y para estructuras regulares de sistemas muros hasta una altura de 15 metros, sin embargo, para la presente investigación, se realizará con el fin de cumplir con la comparación de dos sistemas estructurales.

En el análisis estático, se determinarán los parámetros de sismorresistentes según la Norma E-030, cálculo de la cortante en la base, determinación de los factores de irregularidad y fuerzas sísmicas por nivel, todo ello permitirá conocer la Fuerza de Corte Mínima, para el diseño de la edificación.

En el análisis dinámico o de espectro de demanda se obtienen según movimientos sísmicos establecidos por Lagos, y otros (2012), según el método dinámico modal espectral de la Norma E-030, se determinarán el periodo fundamental, espectro de pseudo aceleraciones y determinación de máximos desplazamientos y derivas, las cuales se verificarán si se encuentran dentro del rango establecido por la Norma E-030.

### - **Análisis por el Método de Desempeño.**

El análisis se efectuará para evaluar la respuesta total de la edificación para diferentes niveles de demandas sísmicas, lo que permitirá ubicar los puntos de fallas próximos a los diferentes elementos estructurales como vigas y columnas para conocer la capacidad global de la estructura resumida en la curva de capacidad a través de un análisis estático no lineal o también conocido como método de desempeño, donde el análisis no lineal a comparación del análisis lineal se convierte en un diseño fácil y estándar debido al avance del modelado de los elementos finitos (Vanakudre, y otros, 2015).

Para ello definiremos el acero en cada elemento, definición de un nodo de control, casos de carga (gravedad y no lineal), ingreso de cargas horizontales, inserción de rotulas plásticas, determinación de centros de masa, e inserción de los espectros de demanda.

Posterior a ello se procederá a la obtención de la curva de capacidad, puntos de desempeño y formación de rotulas plásticas, para finalmente determinar los resultados.

### **Etapa 3: Modelo y análisis del sistema Dual**

en esta etapa de modelo y análisis del sistema dual al igual que en la etapa 2, “modelo y análisis del sistema aporticado”, se procederá con la introducción de los datos e información recolectada, en el programa computacional de estructuración para proceder con el modelo del sistema dual, continuando con los análisis de: análisis estructural para cargas de gravedad y de sismo según la Norma E-030 y análisis por el Método de Desempeño.

### **Etapa 4: Representación, comparación e interpretación de los Resultados.**

En esta etapa se realizará la representación de resultados, como son los desplazamientos por piso y desplazamiento últimos en el punto de control, gráfico y determinación de cortantes basales para ambas direcciones “X” e “Y”, la construcción de la curva de capacidad y su sectorización, determinación y ubicación de los puntos de desempeño, determinación de los niveles de desempeño para

cada nivel de sismo y finalmente la obtención de ductilidad de cada sistema estructural. Todo ello basados en el Método ATC-40 y FEMA 440.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Realizada la recopilación de datos en las fichas técnicas, se procede con el modelamiento de diseño por desempeño, utilizando el programa estructural ETABS V.19; con los resultados obtenidos se contrastará con los parámetros normativos el desplazamiento, la cortante Basal, el Punto de Desempeño, el nivel de Desempeño y la Ductilidad del Sistema, los que serán evaluados mediante una estadística descriptiva.

Considerando que las variables son cuantitativas, de escala de razón, corresponde a la Estadística Descriptiva.

### **3.7. Aspectos éticos**

Para la presente investigación se practicó con la normativa regulada por la Universidad Cesar Vallejo, por ello cuenta con particularidad y autenticidad.

En el incesante progreso del trabajo de investigación se empleará la norma técnica peruana E.030; el reglamento nacional de edificaciones y para la recopilación de datos se empleará el programa computacional ETABS v.19.

Durante el proceso de ejecución de investigación se velará con realizar de manera transparente y buscando que los resultados tengan veracidad y sean confiables.

#### **IV. RESULTADOS**

## **4.1. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1.1. Etapa 1: Recolección De Datos Y Estudios Básicos**

La presente investigación corresponde al análisis y determinación de la respuesta sísmica por el método de desempeño del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, de 06 niveles, para lo cual se realizó la recolección de datos y estudios básicos, como son:

#### **UBICACIÓN:**

El edificio multifamiliar se encuentra ubicado en el Jirón Almirante Grau del distrito de Juliaca, Provincia de San Román, Departamento de Puno.

#### **CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL:**

Concreto Armado, con sistema aporticado en la dirección "X" e "Y", conformada por vigas y columnas rectangulares, losas aligeradas de 25 cm de espesor, zapatas aisladas y cimientos corridos, como se trata de una estructura existente para la considera de las columnas, vigas, losa aligera se anexa los planos de arquitectura, estructura y cimentación. (anexo N° 10)

Propiedades de Materiales:

$$\begin{aligned} \text{Concreto: } f'c &= 210 \text{ kg/cm}^2 \\ E &= 15100\sqrt{210} \text{ kg/cm}^2 \\ \gamma &= 2,400 \text{ Kg/m}^2 \\ \mu &= 0.20 \text{ (Módulo de poisson)} \\ \text{Acero : } f'y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \\ &\text{Grado } 60^{\circ} \end{aligned}$$

#### **REGLAMENTO Y NORMAS DE DISEÑO:**

Para el desarrollo de modelado de la estructura se ha tomado en cuenta normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, extrayendo requisitos generales para el análisis y diseño para la estructura en estudio.

- Norma E.020: Cargas

- Norma E.030: Diseño Sismo Resistente
- Norma E.060: Concreto Armado

### **REQUISITOS GENERALES PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO:**

Para el modelamiento se deberán tomar requisitos generales expuestas en el reglamento nacional, ya sea las cargas muertas, cargas vivas, cargas de sismo, para poder realizar una correcta estructuración de la edificación.

- **Carga muerta.** La cuantificación de las cargas permanentes a considera en la estructura son columnas, vigas, losas macizas, losas aligeradas, muros de albañilería y concreto, etc., y adicional a los elementos estructurales se considera:
  - Losa aligerada 25 cm : 350 kg/cm<sup>2</sup>
  - Tabiquería : 100 kg/m<sup>2</sup>
  - Acabados : 100 kg/cm<sup>2</sup>
- **Carga viva.** Los valores a considerar para las cargas móviles se extraen de las tablas de la norma técnica E.020:
  - Vivienda : 200 kg/m<sup>2</sup>
  - Azotea : 100 kg/m<sup>2</sup>
  - Corredores : 200 kg/m<sup>2</sup>
- **Carga de sismo.** De acuerdo a la norma E.030 y según el tipo de suelo considerado para la construcción de la estructura, se definen los parámetros empleados para las solicitaciones sísmicas.

Para el presente trabajo de investigación se realizó dos evaluaciones estructurales la primera se realizará de la edificación como está construida tomando en cuenta los planos para la extracción de los elementos estructurales, como las columnas, vigas, losas aligeradas, losas macizas, etc., y determinar los indicadores de la investigación. Y como segunda estructuración se realizará en función a los resultados del primer modelado para poder reforzar el sistema aporticado con muros cortantes y por lo tanto obtendremos dos parámetros de diseño sísmico, siendo el sistema aporticado y el sistema dual como se muestran en las siguientes tablas:

**Tabla 1: Parámetros de diseño sísmico para sistema aporticado**

PARÁMETROS SISMORRESISTENTES DE DISEÑO SISTEMA APORTICADO			
<b>Factor de Zona</b>	Se trata de una estructura ubicada en Juliaca	Zona 3	<b>Z=0.35</b>
<b>Factor de Uso</b>	Edificación Común	Tipo C	<b>U=1.00</b>
<b>Factor de Amplificación del Suelo</b>	Suelos Intermedios	Tipo S2	<b>S=1.15</b>
			<b>Tp=0.60</b>
<b>Factor de Reducción de Fuerza Sísmica</b>	Dirección X (Irregular)	Pórticos	<b>Rx=4.80</b>
	Dirección Y (Regular)	Pórticos	<b>Ry=8.00</b>

Fuente: elaboración propia, (NTP E.030 Diseño Sismorresistente, 2018)

**Tabla 2: Parámetros de diseño sísmico para sistema dual**

PARAMETROS SISMORRESISTENTES DE DISEÑO SISTEMA DUAL			
<b>Factor de Zona</b>	Se trata de una estructura ubicada en Juliaca	Zona 3	<b>Z=0.35</b>
<b>Factor de Uso</b>	Edificación Común	Tipo C	<b>U=1.00</b>
<b>Factor de Amplificación del Suelo</b>	Suelos Intermedios	Tipo S2	<b>S=1.15</b>
			<b>Tp=0.60</b>
<b>Factor de Reducción de Fuerza Sísmica</b>	Dirección X (Regular)	Pórticos	<b>Rx=7.00</b>
	Dirección Y (Regular)	Pórticos	<b>Ry=7.00</b>

Fuente: elaboración propia, (NTP E.030 Diseño Sismorresistente, 2018)

**Periodo Fundamental:** para el cálculo del factor de amplificación se utilizará las expresiones definidas a continuación:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p T_L}{T^2} \right)$$

Dónde los periodos “Tp” y “TL” definidos según el tipo de suelo.

El período fundamental de vibración se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

$C_T = 35$  siendo el valor asignado para edificios de sistema aporticado.

$C_T = 45$  siendo el valor asignado para pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y pórticos de acero.

$C_T = 60$  siendo asignado el valor para edificios de albañilería, edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

- **Combinaciones de carga:** se tomará la resultante mayor de las combinaciones de cargas de las siguientes expresiones:

- $1.4CM+1.7CV$
- $1.25CM+1.25CV\pm 1.00SX$
- $1.25CM+1.25CV\pm 1.00SY$
- $0.9CM\pm 1.00SX$
- $0.9CM\pm 1.00SY$

En donde:

- CM: Carga permanente o muerta
- CV: Cargas movibles o viva
- Sx, Sy: Cargas de sismo en dirección X e Y respectivamente.

#### **4.1.2. Etapa 2: Modelo Y Análisis Del Sistema Aporticado**

El modelamiento de la estructura se realizó en función a los planos considerados para la construcción de la edificación, considerando todos los elementos estructurales indicados anteriormente.

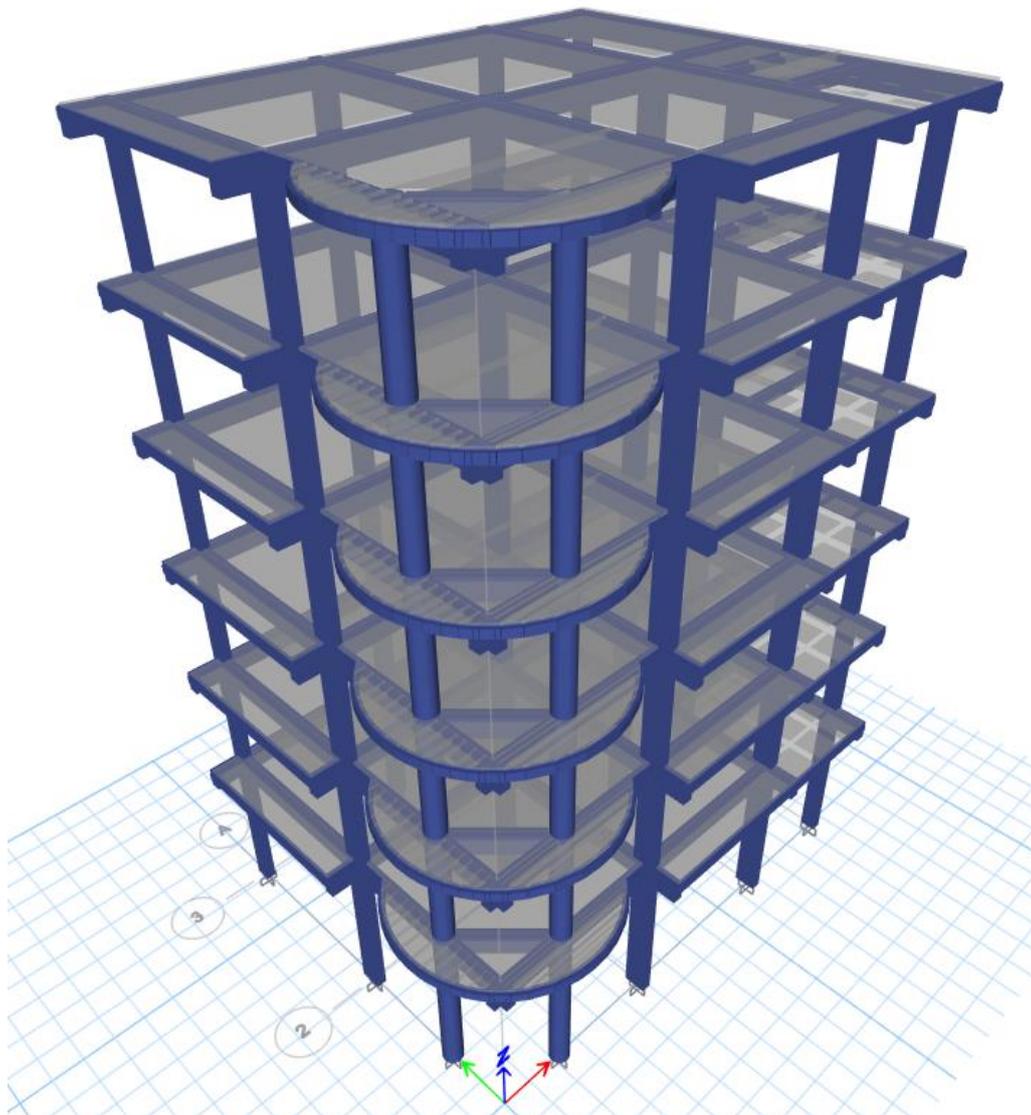
Se resolvió la estructuración utilizando un software de modelamiento y análisis tridimensional por elementos finitos, el cual nos permite considerar diafragmas rígidos para los análisis estáticos y dinámicos.

El análisis estructural consiste en calcular los esfuerzos y deformaciones en los elementos estructurales que forman parte de una edificación, la cual está sometida a determinadas cargas. Para este propósito, se deben adoptar modelos para el análisis que representen adecuadamente la estructura.

La norma E.030 establece las consideraciones que debe presentar el modelo para el análisis. Para efectuar el análisis sísmico de una estructura se debe realizar uno de los siguientes métodos:

- Análisis estático.
- Análisis dinámico.

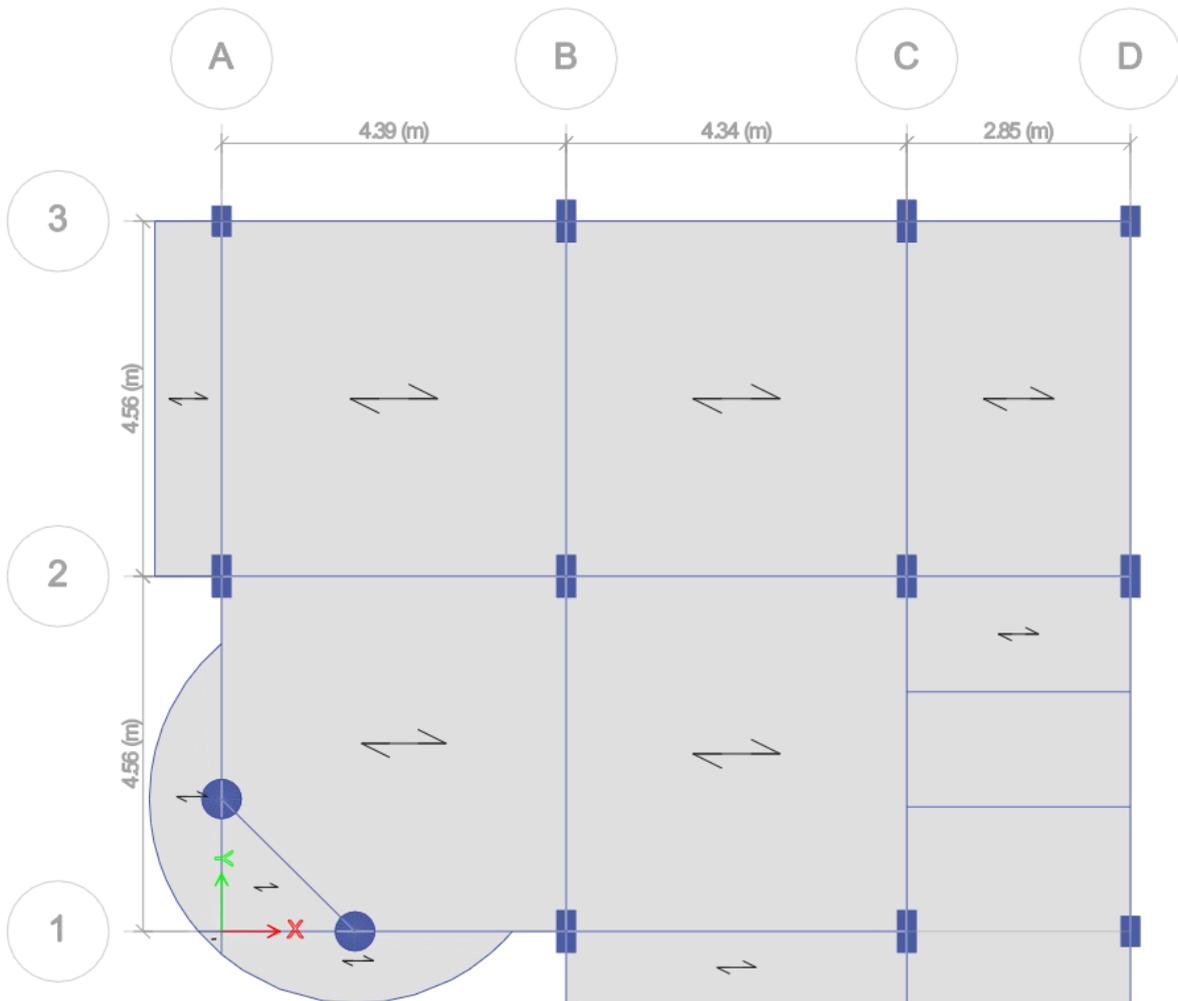
El modelamiento de la estructura se realizó en función a los planos que se utilizó para la construcción de la edificación, considerando todos los elementos estructurales que componen los planos, y el cual se realizó el modelado tridimensional.



**Figura 5: Modelamiento tridimensional de la estructura a porticada.**

*Fuente: (elaboración propia)*

El modelamiento de la estructura se realizó tomando en cuenta los ejes en la dirección "X" considerando la nomenclatura (1-1, 2-2 y 3-3 etc.) y para los ejes en la dirección "Y" se consideró (A-A, B-B, C-C y D-D).



**Figura 6: Vista en planta de la estructura modelado en los dos ejes.**

**Fuente: (elaboración propia)**

### **A. ANÁLISIS ESTÁTICO.**

Para determinar las fuerzas cortantes o cortante basal, se logra utilizando la formula descrita en el reglamento nacional E.030:

**Tabla 3: Parámetros de diseño sísmica**

PARÁMETROS SISMORRESISTENTES DE DISEÑO SISTEMA APORTICADO			
<b>Factor de Zona</b>	Se trata de una estructura ubicada en Juliaca	Zona 3	<b>Z=0.35</b>
<b>Factor de Uso</b>	Edificación Común	Tipo C	<b>U=1.00</b>
<b>Factor de Amplificación del Suelo</b>	Suelos Intermedios	Tipo S2	<b>S=1.15</b>
			<b>Tp=0.60</b>
<b>Factor de Reducción de Fuerza Sísmica</b>	Dirección X (Irregular)	Pórticos	<b>Rx=4.80</b>
	Dirección Y (Regular)	Pórticos	<b>Ry=8.00</b>

Fuente: elaboración propia, (NTP E.030 Diseño Sismorresistente, 2018)

Siendo la fórmula para la determinación de la cortante basal.

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

Se obtiene, coeficiente basal:

- En la dirección "X" es:  $\frac{ZxUxSxC}{R} = 0.119$ , Cortante X: 0.119 x Peso Sísmico.
- En la dirección "Y" es:  $\frac{ZyUySxC}{R} = 0.092$ , Cortante Y: 0.092 x Peso Sísmico.

Siendo que las fuerzas estáticas son similares a las fuerzas dinámicas, se tomara en cuenta las fuerzas de los análisis dinámicos. Puesto que la normativa peruana nos dice que los resultados del análisis dinámico no deberán ser menores al 80% del análisis estático de la fuerza cortante en la base si este es regular, si la estructura es irregular en cualquiera de sus direcciones se considera el 90% del análisis estático para tomar la fuerza cortante mínima en la base.

en la configuración del software se consideró los sismos en las dos direcciones ya sea para la dirección en "X" e "Y":

## Sismo en X:

The dialog box is titled 'Direction and Eccentricity' and 'Factors'. It contains the following settings:

- Direction and Eccentricity:**
  - X Dir
  - X Dir + Eccentricity
  - X Dir - Eccentricity
  - Y Dir
  - Y Dir + Eccentricity
  - Y Dir - Eccentricity
  - Ecc. Ratio (All Diaph.): 0.05
  - Overwrite Eccentricities: Overwrite...
- Factors:**
  - Base Shear Coefficient, C: 0.119
  - Building Height Exp., K: 1.28
- Story Range:**
  - Top Story: Story6
  - Bottom Story: Base

Buttons: OK, Cancel

**Figura 7: Sismo en la dirección en X, coeficiente de 0.119.**

*Fuente: (elaboración propia)*

## Sismo en Y:

The dialog box is titled 'Direction and Eccentricity' and 'Factors'. It contains the following settings:

- Direction and Eccentricity:**
  - X Dir
  - X Dir + Eccentricity
  - X Dir - Eccentricity
  - Y Dir
  - Y Dir + Eccentricity
  - Y Dir - Eccentricity
  - Ecc. Ratio (All Diaph.): 0.05
  - Overwrite Eccentricities: Overwrite...
- Factors:**
  - Base Shear Coefficient, C: 0.092
  - Building Height Exp., K: 1.16
- Story Range:**
  - Top Story: Story6
  - Bottom Story: Base

Buttons: OK, Cancel

**Figura 8: Sismo en la dirección en Y, coeficiente de 0.092.**

*Fuente: (elaboración propia)*

- **Verificación de las irregularidades.**

Según las investigaciones se pudo verificar que los terremotos afectan directamente a las estructuras, siendo que las estructuras irregulares son las que más daños sufren, como menciona en su investigación (Ozmen, y otros, 2014)

- **Irregularidades estructurales en planta**
  - > **Irregularidad torsional**

Según (Gokdemir, y otros, 2013), menciona que las estructuras irregulares sufren daños más habituales durante los sismos, y es una causa frecuente de daños graves que pueden ocasionar incluso el colapso, para las estructuras existe gran cantidad de investigación sobre la irregularidad, la (NTP E.030 Diseño Sismorresistente, 2018), nos dice que existe irregularidad torsional e irregularidad torsional extrema cuando se cumple la siguiente relación:

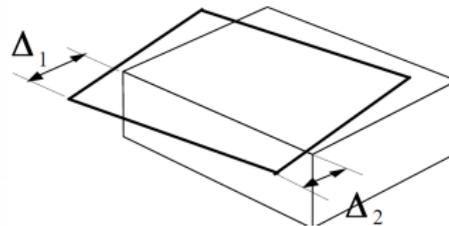
$$\text{Si } \Delta_{max} \geq 1.3 \Delta_{prom} \rightarrow \text{irregular torsional}$$

$$\text{Si } \Delta_{max} \geq 1.5 \Delta_{prom} \rightarrow \text{irregular torsional extrema}$$

Dónde:

$$\Delta_{prom} = \frac{\Delta_{max} + \Delta_{prom}}{2}$$

$$\Delta_{max} = \Delta_1$$



**Figura 9: Irregularidad torsional en la estructura**

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 4: Irregularidad torsional.**

IRREGULARIDAD TORSIONAL					
Story	Case/Combo	Direction	Max Drift (m)	Avg Drift (m)	Ratio
Story6	SDX Max	X	0.00494	0.00453	1.09
Story5	SDX Max	X	0.00713	0.00598	1.19
Story4	SDX Max	X	0.00884	0.00707	1.25
Story3	SDX Max	X	0.00999	0.00770	1.30
Story2	SDX Max	X	0.01110	0.00813	1.37
Story1	SDX Max	X	0.01761	0.01124	1.57
Story6	SDY Max	Y	0.00164	0.00149	1.10
Story5	SDY Max	Y	0.00273	0.00243	1.13
Story4	SDY Max	Y	0.00371	0.00325	1.14
Story3	SDY Max	Y	0.00449	0.00390	1.15
Story2	SDY Max	Y	0.00525	0.00453	1.16
Story1	SDY Max	Y	0.00786	0.00626	1.26

IT, Ip=0.75

IT, Ip=0.75

Fuente: (elaboración propia)

**Tabla 5: Irregularidad torsional extrema**

IRREGULARIDAD TORSIONAL					
Story	Case/Combo	Direction	Max Drift (m)	Avg Drift (m)	Ratio
Story6	SDX Max	X	0.00494	0.00453	1.09
Story5	SDX Max	X	0.00713	0.00598	1.19
Story4	SDX Max	X	0.00884	0.00707	1.25
Story3	SDX Max	X	0.00999	0.00770	1.30
Story2	SDX Max	X	0.01110	0.00813	1.37
Story1	SDX Max	X	0.01761	0.01124	1.57
Story6	SDY Max	Y	0.00164	0.00149	1.10
Story5	SDY Max	Y	0.00273	0.00243	1.13
Story4	SDY Max	Y	0.00371	0.00325	1.14
Story3	SDY Max	Y	0.00449	0.00390	1.15
Story2	SDY Max	Y	0.00525	0.00453	1.16
Story1	SDY Max	Y	0.00786	0.00626	1.26

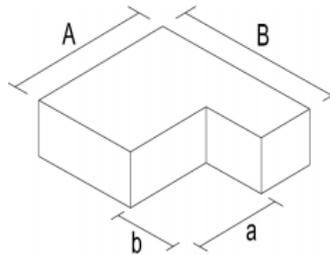
ITE, Ip=0.60

Fuente: (elaboración propia)

Podemos apreciar que **NO** presenta **IRREGULARIDAD TORSIONAL** y **SI** presenta **IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA** en dirección **X**.

> **Irregularidad de esquinas entrantes**

Según (Gonzalo Herrera, y otros, 2008), las irregularidades arquitectónicas en planta y elevación requieren mayor cuidado es por eso que la norma recomienda un factor para las esquinas entrantes donde no debe existir una diferencia mayor del 20%.



**Figura 10: Irregularidad por esquinas entrantes.**

*Fuente: (Gonzalo Herrera, y otros, 2008)*

Donde la relación para determinar las esquinas entrantes es:

$$\begin{aligned} a/A > 0.20 & \quad \text{Irregular} \\ b/B > 0.20 & \quad \text{Irregular.} \end{aligned}$$

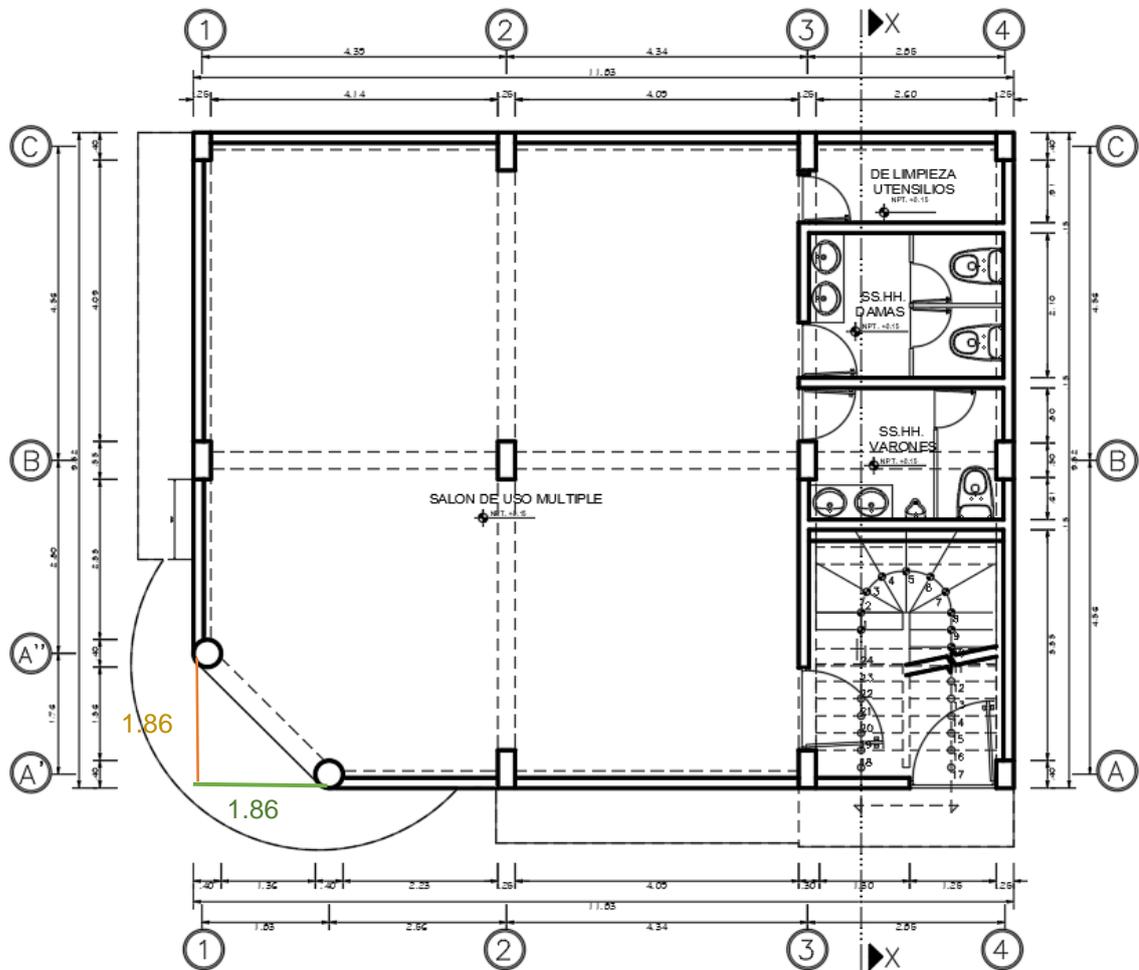
Para la estructura en estudio tenemos que:

- Dirección en X

$$1.86/12.63 = 0.15 < 0.20 \quad \text{REGULAR}$$

- Dirección en X

$$1.86/10.37 = 0.18 < 0.20 \quad \text{REGULAR}$$



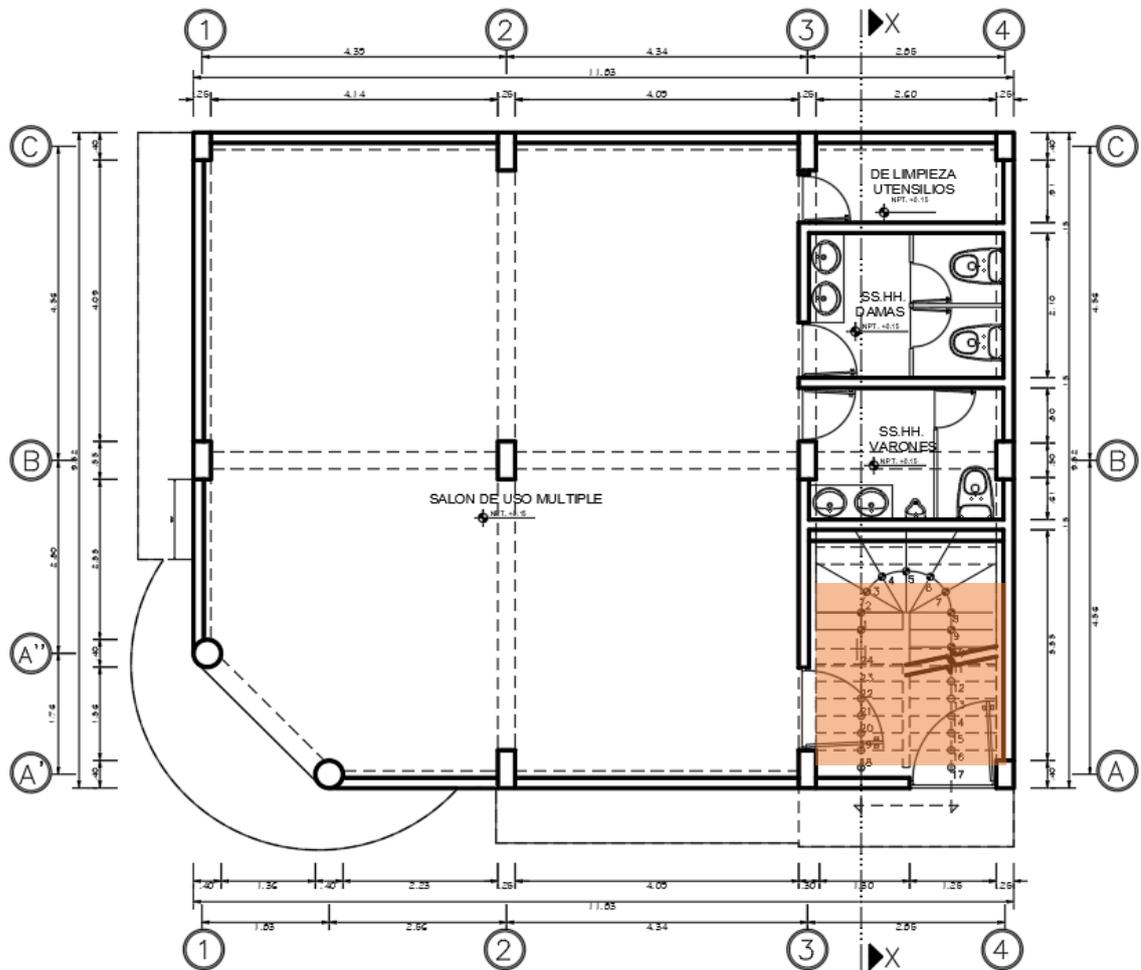
**Figura 11: Vista en planta de la irregularidad de esquinas entrantes.**

*Fuente: (elaboración propia)*

En el plano en planta podemos apreciar que **NO** presenta **IRREGULARIDAD DE ESQUINAS ENTRANTES**. En ninguna de las dos direcciones tal y como se resolvió en las expresiones de irregularidad de esquinas entrantes siendo valores menores 0.20 como indica la normativa.

**> Irregularidad de discontinuidad de diafragma**

Se clasifica como irregularidad discontinua de diafragma cuando existe aberturas o huecos en la superficie del diafragma o la losa de algún piso, siendo irregular cuando las aberturas son mayores al 50% del área.



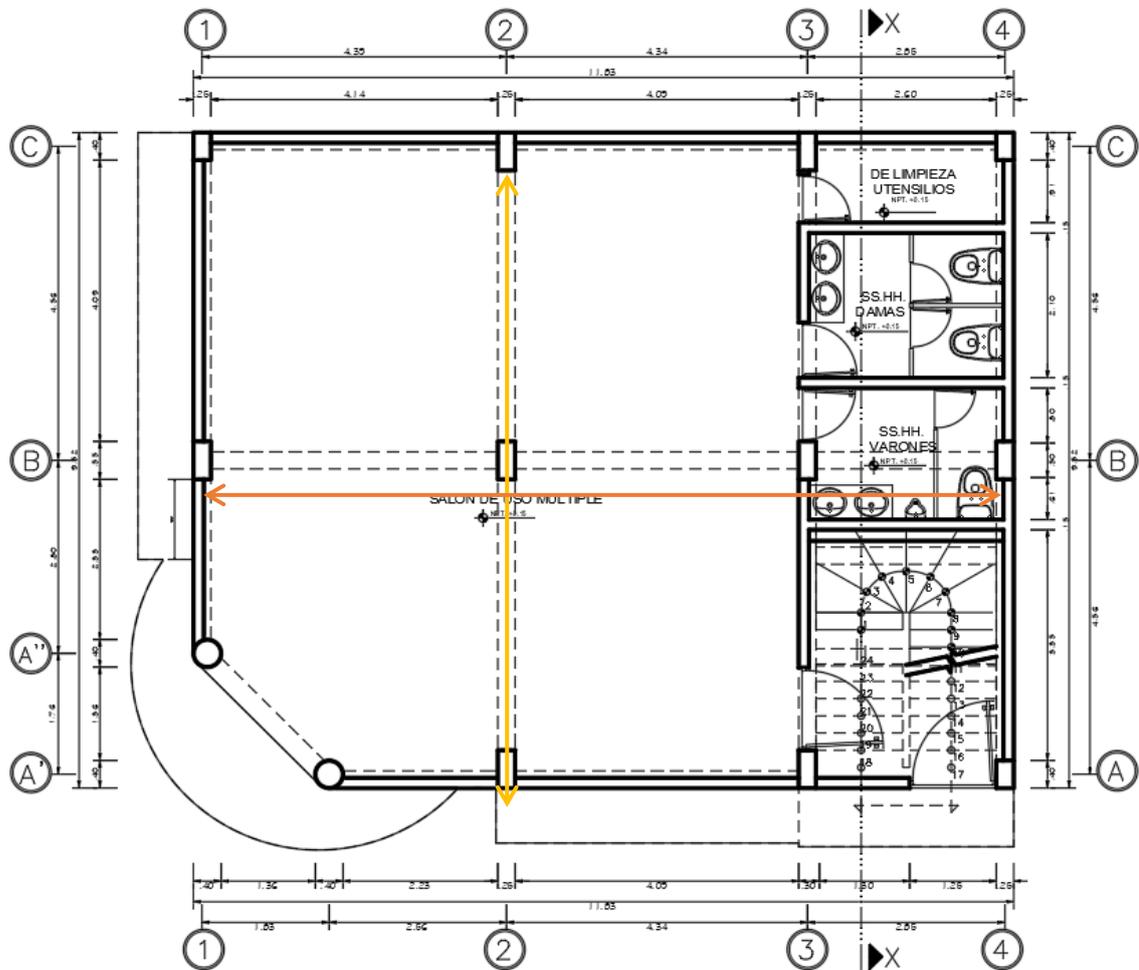
**Figura 12: Vista en planta de la Irregularidad de discontinuidad de diafragma**

*Fuente: (elaboración propia)*

Entonces Podemos apreciar que **NO** presenta irregularidad de **DISCONTINUIDAD DE DIAFRAGMA**, ya que no existe aberturas considerables en los diafragmas de la estructura.

> **Sistemas no paralelos**

Se considera irregularidad de sistemas no paralelos cuando no los ejes tienen diferentes alineamientos, y por mismo caso no tienen la misma resistencia a fuerzas laterales porque tienen diferente dirección.



**Figura 13: Vista en planta de irregularidad de sistemas no paralelos**

*Fuente: (elaboración propia)*

Podemos apreciar que no presenta irregularidad de **SISTEMAS NO PARALELOS**, y se puede notar que los elementos estructurales tienen una sola dirección.

- **Irregularidades estructurales en altura**
  - > **Irregularidad de rigidez – piso blando**

Se considera irregularidad de piso blando, cuando la rigidez lateral de un entrepiso es menor al 70% del inmediato superior, o cuando la rigidez promedio de los tres niveles superiores es menor al 80%. En el cuadro podemos notar que no existe irregularidad de piso blando.

**Tabla 6: Irregularidad de piso blando.**

IRREGULARIDAD PISO BLANDO							
Story	Load Case	Shear X tonf	Stiffness X tonf/m	Shear Y tonf	Stiffness Y tonf/m	Rigidez Superior	Rigidez 3 Niveles
Story6	SEX	20.79	4055	0	0		
Story5	SEX	42.00	6483	0	0	Ok!	Ok!
Story4	SEX	58.32	7853	0	0	Ok!	Ok!
Story3	SEX	70.07	9292	0	0	Ok!	Ok!
Story2	SEX	77.61	10071	0	0	Ok!	Ok!
Story1	SEX	81.53	8759	0	0	Ok!	Ok!
Story6	SEY	0	0	15.35	7694		
Story5	SEY	0	0	31.33	10503	Ok!	Ok!
Story4	SEY	0	0	43.94	11195	Ok!	Ok!
Story3	SEY	0	0	53.30	11606	Ok!	Ok!
Story2	SEY	0	0	59.56	11579	Ok!	Ok!
Story1	SEY	0	0	63.03	9303	Ok!	Ok!

Fuente: (elaboración propia)

> **Irregularidad de masa o peso**

Se calcula la irregularidad de masa cuando el peso de un piso es 1.5 veces mayor al piso adyacente. Y en el cuadro se observa que todos los valores son menores a 1.5 por lo tanto **NO** existe irregularidad de **MASA O PESO**

**Tabla 7: Irregularidad de masa.**

IRREGULARIDAD DE MASA						
Story	Diaphragm	Mass X tonf-s <sup>2</sup> /m	XCM m	YCM m	Cumulative Y tonf-s <sup>2</sup> /m	<1.50
Story1	D1	4.65	6.18	3.68	4.65	
Story2	D2	4.26	6.08	3.75	4.26	Ok!
Story3	D3	4.26	6.08	3.75	4.26	Ok!
Story4	D4	4.26	6.08	3.75	4.26	Ok!
Story5	D5	4.26	6.08	3.75	4.26	Ok!
Story6	D6	3.39	5.85	3.86	3.39	Ok!

Fuente: (elaboración propia)

> **Irregularidad de resistencia - piso débil**

Se considera piso débil cuando en alguna de las direcciones del análisis, la resistencia es menor del 80% de los entrepisos frente a fuerzas cortantes.

**Tabla 8: Irregularidad de piso débil**

IRREGULARIDAD PISO DEBIL						
Story	Load Case	Shear X tonf	Stiffness X tonf/m	Shear Y tonf	Stiffness Y tonf/m	Rigidez
Story6	SEX	20.79	<b>4055</b>	0	<b>0</b>	
Story5	SEX	42.00	<b>6483</b>	0	<b>0</b>	Ok!
Story4	SEX	58.32	<b>7853</b>	0	<b>0</b>	Ok!
Story3	SEX	70.07	<b>9292</b>	0	<b>0</b>	Ok!
Story2	SEX	77.61	<b>10071</b>	0	<b>0</b>	Ok!
Story1	SEX	81.53	<b>8759</b>	0	<b>0</b>	Ok!
Story6	SEY	0	<b>0</b>	15.35	<b>7694</b>	
Story5	SEY	0	<b>0</b>	31.33	<b>10503</b>	Ok!
Story4	SEY	0	<b>0</b>	43.94	<b>11195</b>	Ok!
Story3	SEY	0	<b>0</b>	53.30	<b>11606</b>	Ok!
Story2	SEY	0	<b>0</b>	59.56	<b>11579</b>	Ok!
Story1	SEY	0	<b>0</b>	63.03	<b>9303</b>	Ok!

*Fuente: (elaboración propia)*

Podemos apreciar que **NO** presenta irregularidad de **RESISTENCIA**

> **Irregularidad geométrica vertical**

Se considera geometría vertical irregular cuando en cualquier dirección la estructura es resistente a cargas laterales mayor a 1.3 veces a un piso adyacente.

Podemos concluir que **NO** presenta irregularidad de **GEOMETRÍA VERTICAL**.

- **Discontinuidad En Los Sistemas Resistentes**

La presente estructura se califica que **NO** presenta irregularidad de **DISCONTINUIDAD EN LOS SISTEMAS RESISTENTES**.

• **Espectro de respuesta.**

Los parámetros considerados para la evaluación del comportamiento sísmico son:

**Tabla 9: Zonificación sísmica**

<b>ZONIFICACIÓN SISMICA</b>	
Departamento:	<b>PUNO</b>
Provincia:	<b>SAN ROMAN</b>
Distrito:	<b>JULIACA</b>
Zonif. Sísmica:	<b>ZONA 3</b>
Factor de Zona:	<b>Z = 0.35</b>

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 10: Condiciones locales.**

<b>CONDICIONES LOCALES</b>	
Pefil de Suelo:	<b>S2</b>
Descripción:	<b>Suelos Intermedios: Arena Gruesa a Media, Suelo Cohesivo Compacto.</b>
Factor de Suelo:	<b>S = 1.15</b>
Período T <sub>p</sub> :	<b>TP = 0.60 Seg.</b>
Período T <sub>L</sub> :	<b>TL = 2.00 Seg.</b>

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 11: Categoría de la edificación.**

<b>CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN</b>	
Descripción:	<b>EDIFICACIONES COMUNES</b>
Tipo de Edif.:	<b>Viviendas</b>
Categoría:	<b>C</b>
Factor de Uso:	<b>U = 1.00</b>

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 12: Factor de amplificación sísmica**

FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SISMICA			
$T < T_p, \quad C = 2.5$		$T_p < T < T_L, \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right)$	
$T > T_L, \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$			
Período Fund. X:	<b>1.06</b>	Período Fund. Y:	<b>0.82</b>
F.A.S. En X:	<b>Cx = 1.42</b>	F.A.S. En Y:	<b>Cy = 1.82</b>
kx	<b>kx = 1.28</b>	ky	<b>ky = 1.16</b>
<b>Z*U*S*Cx/Rx = 0.119</b>		<b>Z*U*S*Cy/Ry = 0.092</b>	

Fuente: (elaboración propia)

**Tabla 13: Sistema estructural en el eje X**

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN X	
Material:	<b>CONCRETO ARMADO</b>
Sist. Estructural:	<b>Pórticos</b>
Coef. Reducción:	<b>Ro = 8.00</b>
Irreg. en Altura:	<b>No Presenta Irregularidad</b>
Irreg. en Planta:	<b>Irregularidad Torsional Extrema</b>
F. de Irregularidad:	<b>la = 1.00</b>   F. de Irregularidad: <b>lp = 0.60</b>
Coef. Reducción:	<b>Rx = 4.80</b> (Irregular)

Fuente: (elaboración propia)

**Tabla 14: Sistema estructural en el eje Y**

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN Y	
Material:	<b>CONCRETO ARMADO</b>
Sist. Estructural:	<b>Pórticos</b>
Coef. Reducción:	<b>Ro = 8.00</b>
Irreg. en Altura:	<b>No Presenta Irregularidad</b>
Irreg. en Planta:	<b>No Presenta Irregularidad</b>
F. de Irregularidad:	<b>la = 1.00</b>   F. de Irregularidad: <b>lp = 1.00</b>
Coef. Reducción:	<b>Ry = 8.00</b> (Regular)

Fuente: (elaboración propia)

## **B. ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL.**

Continuando con el capítulo, se realiza el análisis dinámico modal espectral, se emplea la fórmula definida en la norma E.030 artículo 4.6, para espectro de pseudo aceleración.

### **- Modos de Vibración**

Se determinan mediante un análisis que considere las características de rigidez y distribución de la masa de una edificación, y se considera aquellos cuya masa por lo menos sean del 90% de la masa total del edificio, o deberá de tomarse los tres primeros modos.

### **- Aceleración Espectral**

Entendemos por aceleración espectral es el medir la reacción de una estructura ante sollicitaciones sísmica o vibración del mismo, por lo tanto, se utiliza un espectro inelástico de pseudo aceleración expresado por la siguiente fórmula:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$$

Para la dirección en altura se utilizará 2/3 del valor del espectro horizontal.

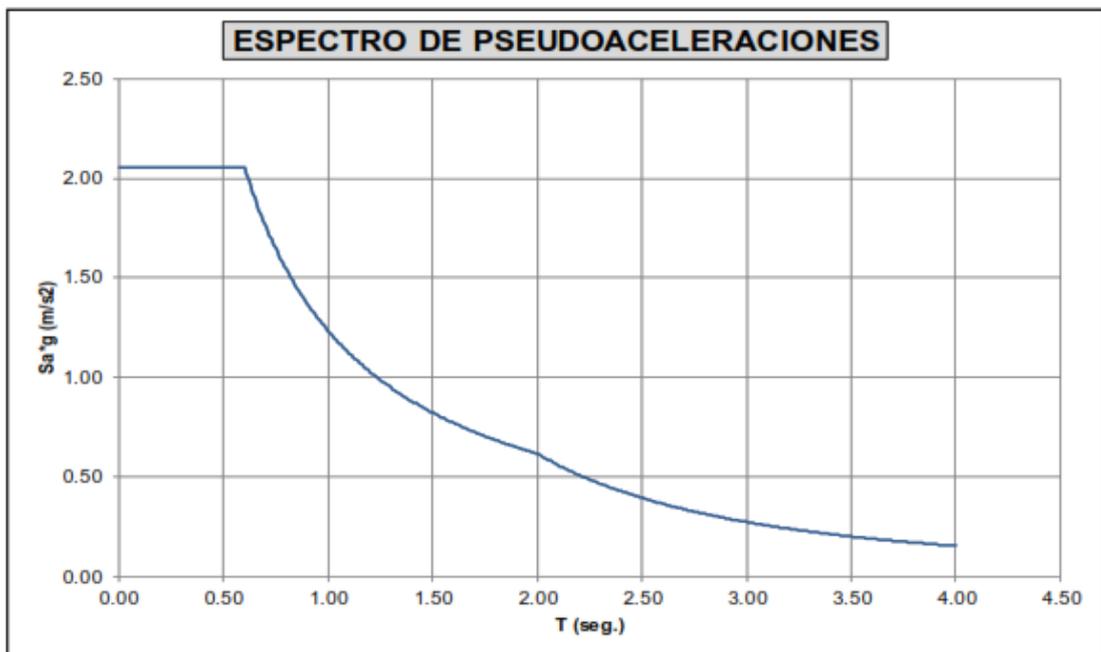
Se obtiene la siguiente tabla de pseudo - aceleración, para la dirección en X, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 15: Espectro de pseudo aceleración en la dirección X, según norma**

T (seg.)	C	Sax*g
0.00	2.500	2.0565
0.20	2.500	2.0565
0.40	2.500	2.0565
0.60	2.500	2.0565
0.80	1.875	1.5424
1.00	1.500	1.2339
1.20	1.250	1.0283
1.40	1.071	0.8814
1.60	0.938	0.7712
1.80	0.833	0.6855
2.00	0.750	0.6170
2.20	0.620	0.5099
2.40	0.521	0.4284
2.60	0.444	0.3651
2.80	0.383	0.3148
3.00	0.333	0.2742
3.20	0.293	0.2410
3.40	0.260	0.2135
3.60	0.231	0.1904
3.80	0.208	0.1709
4.00	0.188	0.1542

*Fuente: (elaboración propia)*

De la tabla anterior se obtienen la curva de espectro de Pseudo - aceleración en la dirección X



**Figura 14: Espectro de pseudo - aceleración en dirección X**

*Fuente: (elaboración propia)*

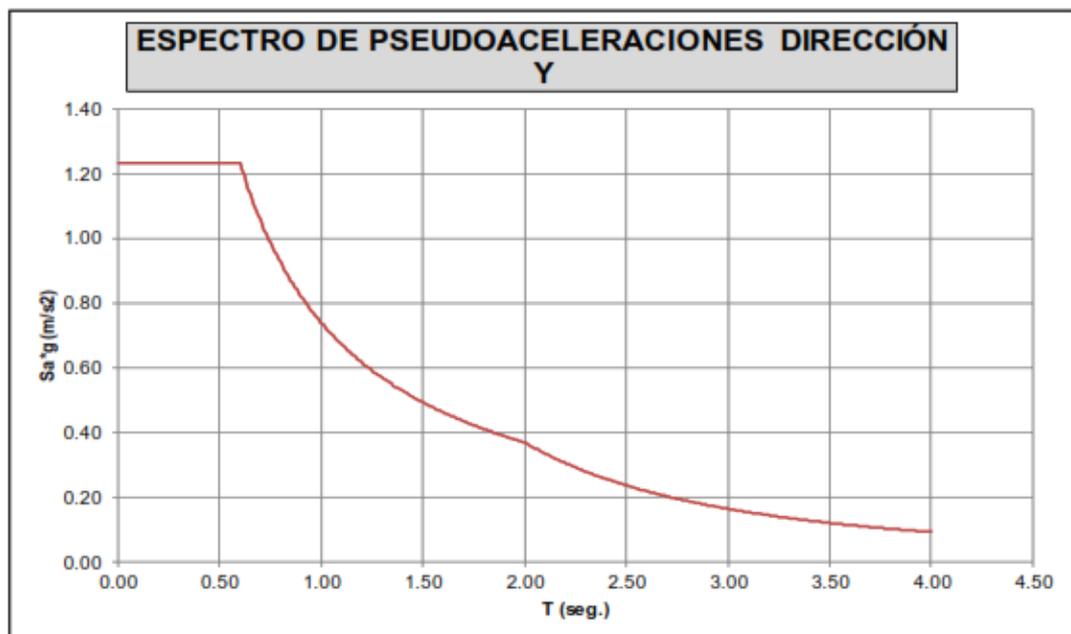
Se obtiene la siguiente tabla de pseudo - aceleración, para la dirección en Y.

**Tabla 16: Espectro de pseudo aceleración en la dirección Y, según norma**

T (seg.)	C	Say*g
0.00	2.500	1.2339
0.20	2.500	1.2339
0.40	2.500	1.2339
0.60	2.500	1.2339
0.80	1.875	0.9254
1.00	1.500	0.7403
1.20	1.250	0.6170
1.40	1.071	0.5288
1.60	0.938	0.4627
1.80	0.833	0.4113
2.00	0.750	0.3702
2.20	0.620	0.3059
2.40	0.521	0.2571
2.60	0.444	0.2190
2.80	0.383	0.1889
3.00	0.333	0.1645
3.20	0.293	0.1446
3.40	0.260	0.1281
3.60	0.231	0.1143
3.80	0.208	0.1025
4.00	0.188	0.0925

*Fuente: (elaboración propia)*

se obtienen la curva de espectro de Pseudo - aceleración en la dirección Y.



**Figura 15: Espectro de pseudo aceleración en dirección Y**

*Fuente: (elaboración propia)*

- **CORTANTE EN LA BASE MODELO**

Continuando con el análisis se realizó con el análisis de las cortantes para poder realizar la comparación entre las cortantes estáticas y dinámicas, considerando las dos direcciones ya sea en los ejes “X” e “Y”.

Obteniendo diferentes cortantes en la base del modelo, siendo la cortante basal estático mayor a la cortante basal del espectro dinámico, por lo tanto, se debe realizar una escala para poder considera el 80% para estructuras regulares y el 90% para estructuras irregulares, en el caso de esta investigación se realizó el escalado del sismo dinámico al 80% del sismo estático en la dirección en Y, y el 90% para la dirección X por ser una estructura irregular.

**Tabla 17: Factor de escala del sismo dinámico a sismo estático**

CORTANTE EN LA BASE						
	Vest	Vdin	FACTOR DE ESCALA	SISMO ESTATICO AL FACTOR	FACTOR A ESCALAR	NUEVA Vdin
Sx	-81.5045	32.1910	90%	-73.3541	2.2788	73.3569
Sy	-63.0119	42.6065	80%	-50.4095	1.1832	50.4120

*Fuente: (elaboración propia)*

Por lo tanto, se utilizará el factor de escala para el sismo en dirección en X se considera 2.2788 y 0.6667 siendo para el factor de verticalidad.

The screenshot shows a software interface for configuring a load case. The 'General' section includes:
 

- Load Case Name: SDX
- Load Case Type: Response Spectrum
- Mass Source: Previous (MsSrc1)
- Analysis Model: Default

 The 'Loads Applied' section contains a table with the following data:
 

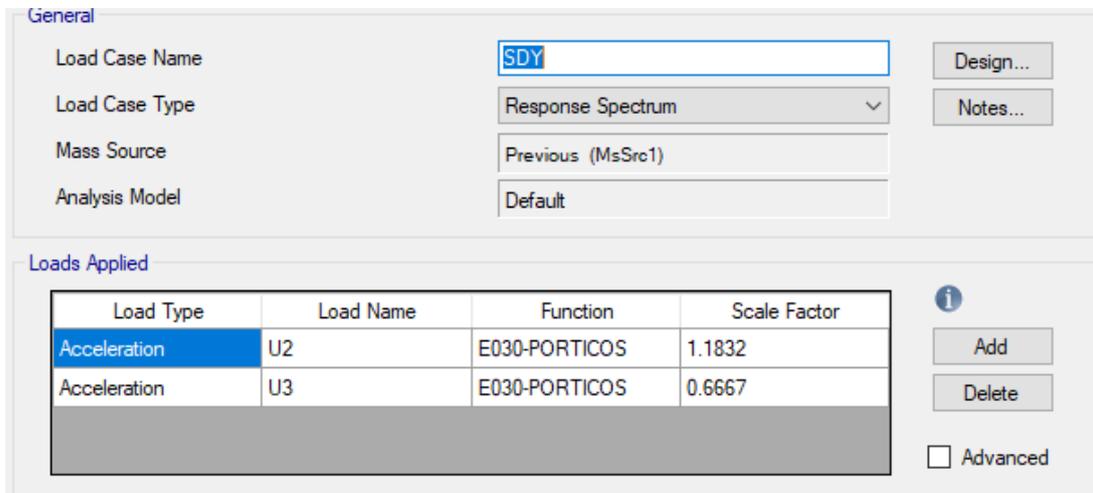
Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E030-PORTICOS-IRR	2.2788
Acceleration	U3	E030-PORTICOS-IRR	0.6667

 To the right of the table are buttons for 'Add', 'Delete', and 'Advanced' (unchecked).

**Figura 16: Factor de escala sismo en dirección X**

*Fuente: (elaboración propia)*

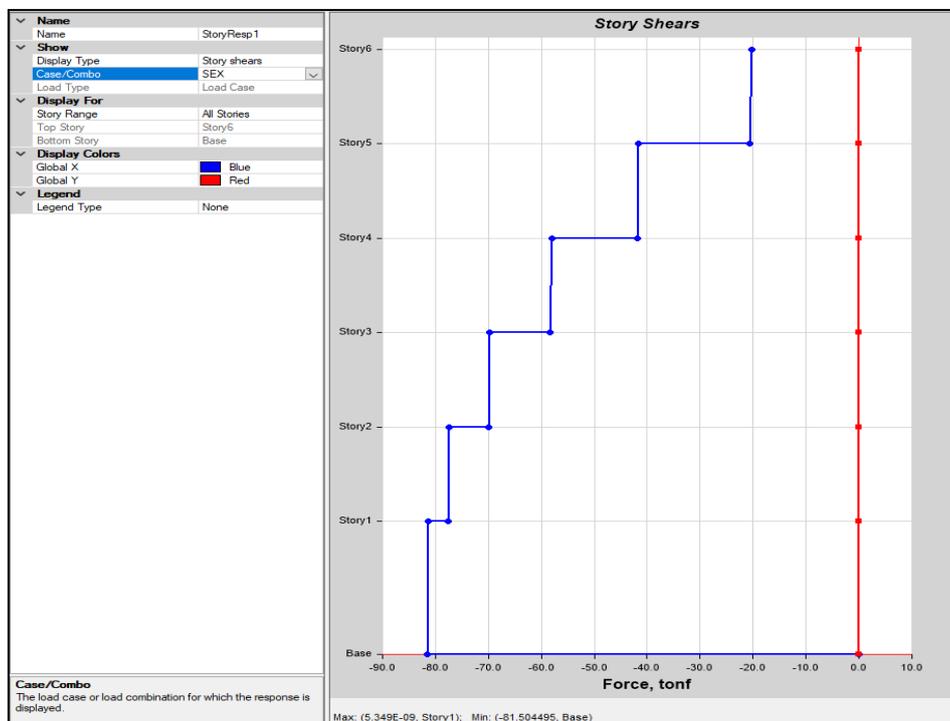
Por lo tanto, se utilizará el factor de escala para el sismo en dirección en Y se considera 1.1832.



**Figura 17: Factor de escala sismo en dirección X**

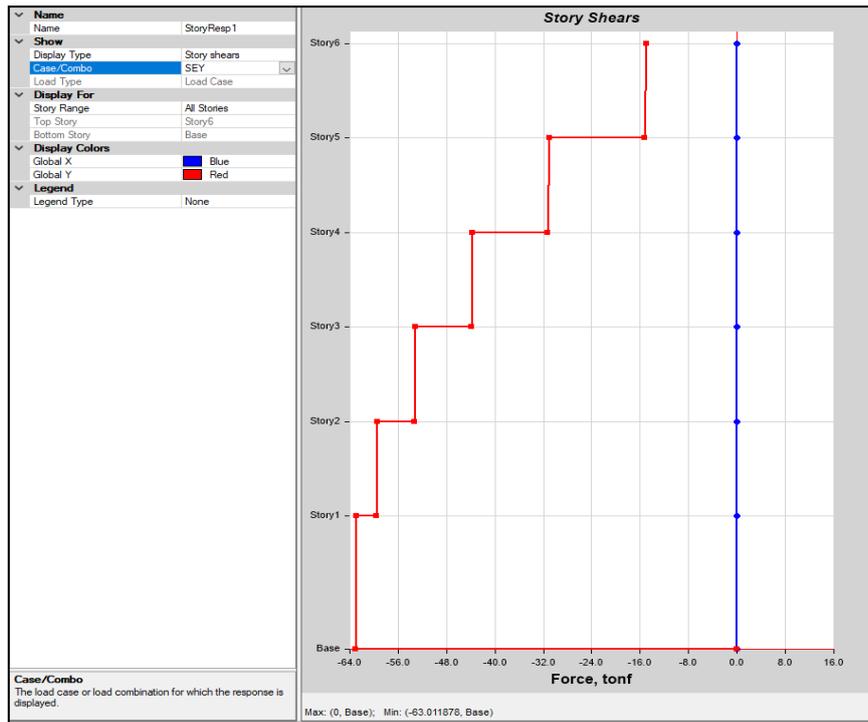
*Fuente: (elaboración propia)*

de esta manera podemos obtener las tablas y gráficos de las cortantes basales estáticos y dinámicos para la aplicación en el análisis de diseño por desempeño sísmico.



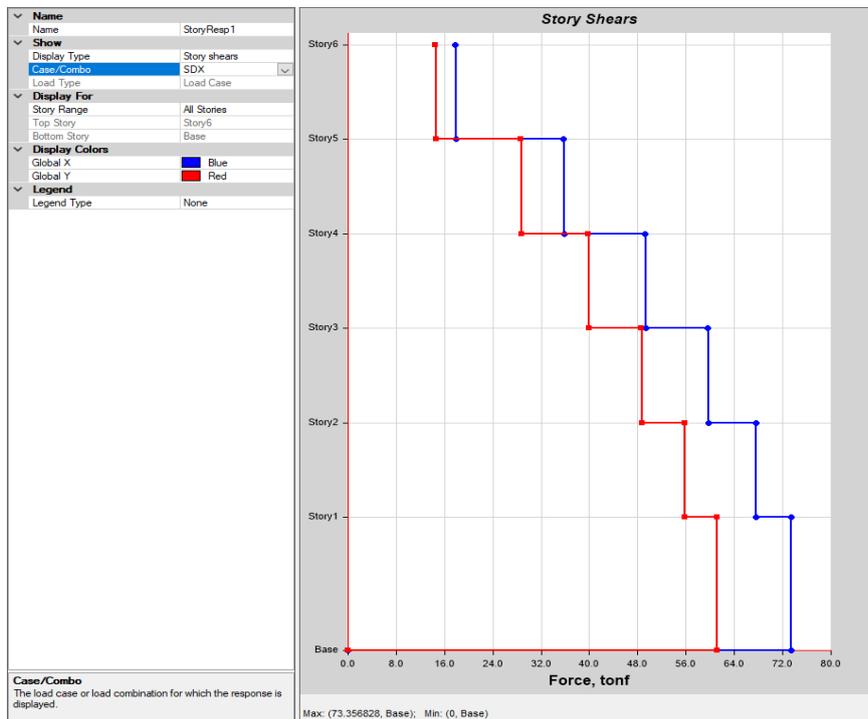
**Figura 18: Cortante basal por sismo estático, en dirección en X.**

*Fuente: (elaboración propia)*



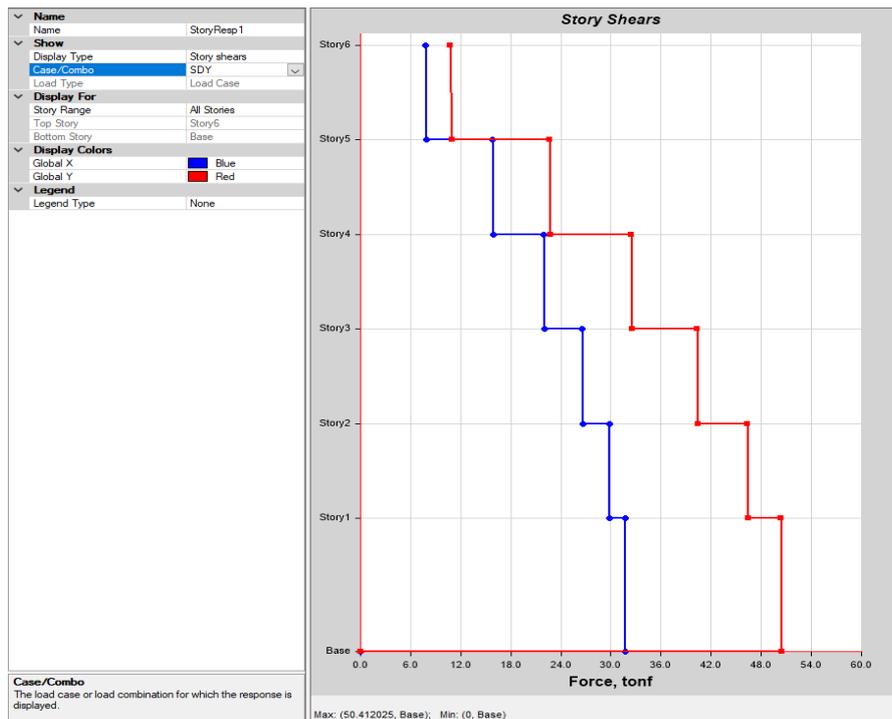
**Figura 19: Cortante basal por sismo estático, en dirección en Y.**

Fuente: (elaboración propia)



**Figura 20: Cortante basal por sismo dinámico, en dirección en X.**

Fuente: (elaboración propia)



**Figura 21: cortante basal por sismo dinámico, en dirección en Y.**

*Fuente: (elaboración propia)*

Podemos notar en los gráficos las fuerzas cortantes en cada nivel, siendo la mayor fuerza en la base de la estructura, ya considerado el factor de escalado entre el sismo estático y dinámico, obteniendo de esta manera las fuerzas cortantes y fuerzas dinámicas en la base, de este modo obtendremos el cuadro de la cortante basal dinámica y estático escalado a 90% para la dirección en X por ser irregular y al 80% en la dirección en Y por ser regular.

**Tabla 18: Cortante en la base, estático y dinámico**

CORTANTE EN LA BASE			
	Vest	Vdin	factor
<b>Sx</b>	-81.5045	73.3568	90%
<b>Sy</b>	-63.0119	50.4120	80%

*Fuente: (elaboración propia)*

## - MODOS DE VIBRACIÓN Y PERIODOS

El periodo es de 1.056 segundos para la dirección X y 0.826 segundos para la dirección en Y, para la estructura.

**Tabla 19: Modos de vibración del modelado.**

TABLE: Ratios de masas de participación modal						
Case	Mode	Period (seg)	UX	UY	UZ	SumUX
Modal	1	1.056	0.4557	0.1664	0	0.4557
Modal	2	0.825	0.2382	0.6092	0	0.694
Modal	3	0.644	0.1182	0.103	0	0.8122
Modal	4	0.333	0.0624	0.019	0	0.8746
Modal	5	0.257	0.0458	0.0623	0	0.9205
Modal	6	0.201	0.0134	0.0046	0	0.9339
Modal	7	0.182	0.0285	0.0103	0	0.9624
Modal	8	0.139	0.0142	0.0123	0	0.9766
Modal	9	0.13	0.001	0.0003	0	0.9776
Modal	10	0.105	0.0057	0.0055	0	0.9832
Modal	11	0.1	0.0005	4E-05	0	0.9837
Modal	12	0.093	0.0082	0.0022	0	0.992

*Fuente: (elaboración propia)*

#### - DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS

Con el cálculo realizado en el programa se obtienen las distorsiones para la edificación teniendo que:

Para la dirección X se obtiene un valor de 0.0166 en el nivel 1, aplicando un sismo en la dirección en X, siendo mayor a la permisible.

Para la dirección en Y obtenemos un valor de 0.0231 en el nivel 1, aplicando un sismo en la dirección X, siendo también mayor a la permisible en la norma.

**Tabla 20: Distorsiones relativas de pisos.**

DISTORSIONES VIVIENDA COMERCIO					
Story	Load Case	Direction	Drift	Drift X	Drift Y
Story6	SDX Max	X	0.00162	0.0066	
Story6	SDX Max	Y	0.00096		0.0058
Story6	SDY Max	X	0.00065	0.0026	
Story6	SDY Max	Y	0.00054		0.0032
Story5	SDX Max	X	0.00233	0.0095	
Story5	SDX Max	Y	0.00169		0.0102
Story5	SDY Max	X	0.00085	0.0035	
Story5	SDY Max	Y	0.00089		0.0054
Story4	SDX Max	X	0.00289	0.0118	
Story4	SDX Max	Y	0.00230		0.0138
Story4	SDY Max	X	0.00103	0.0042	
Story4	SDY Max	Y	0.00121		0.0073
Story3	SDX Max	X	0.00327	0.0133	
Story3	SDX Max	Y	0.00279		0.0168
Story3	SDY Max	X	0.00114	0.0047	
Story3	SDY Max	Y	0.00147		0.0088
Story2	SDX Max	X	0.00363	0.0148	
Story2	SDX Max	Y	0.00333		0.0200
Story2	SDY Max	X	0.00125	0.0051	
Story2	SDY Max	Y	0.00171		0.0103
Story1	SDX Max	X	0.00408	<b>0.0166</b>	
Story1	SDX Max	Y	0.00385		<b>0.0231</b>
Story1	SDY Max	X	0.00135	0.0055	
Story1	SDY Max	Y	0.00182		0.0109

Fuente: (elaboración propia)

Por lo tanto, podemos decir que, en la dirección en X, con derivas mayor a 0.007 **NO CUMPLE**, y para la dirección en Y, con derivadas mayor a 0.007 **NO CUMPLE**.

**Tabla 21: Máximas distorsiones.**

Drif <sub>max</sub> X	Drif <sub>max</sub> Y
<b>0.0166</b>	<b>0.0231</b>
<b>0.007</b>	<b>0.007</b>
<b>No!</b>	<b>No!</b>

Fuente: (elaboración propia)

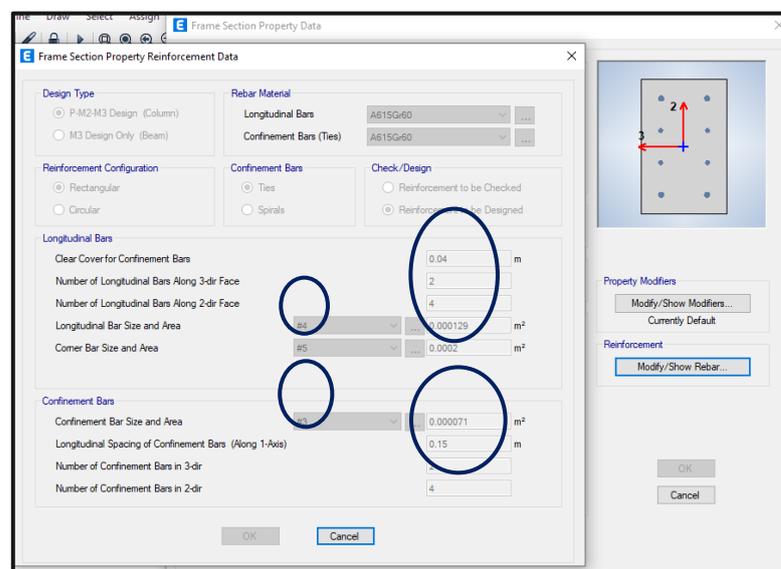
## C. ANÁLISIS POR EL MÉTODO DE DESEMPEÑO

En este análisis se parte del modelo diseñado en ETABS, para los análisis anteriores y se evalúa el edificio para determinar la respuesta de dicha estructura ante distintas acciones sísmicas, conociéndose así la capacidad total de la estructura, representada en una curva de capacidad, para finalmente obtener el punto de desempeño, logrando así conocer la respuesta sísmica del edificio, de acuerdo a los parámetros establecidos en nuestra normativa.

Se realiza el ingreso de acero utilizado en vigas y columnas, punto o nodo de control, ubicado en el último nivel, además también se definió los casos de carga que hacen posible realizar el análisis estático no lineal (pushover) repitiendo el proceso realizado en los análisis anteriores.

- **Ingreso de Acero Utilizado**

Para comprobar el desempeño de la edificación se procedió a ingresar el acero en cantidad y distribución, en los elementos de vigas y columnas, las cuales se encuentran indicadas en los planos estructurales del edificio, tal como se muestra a continuación:

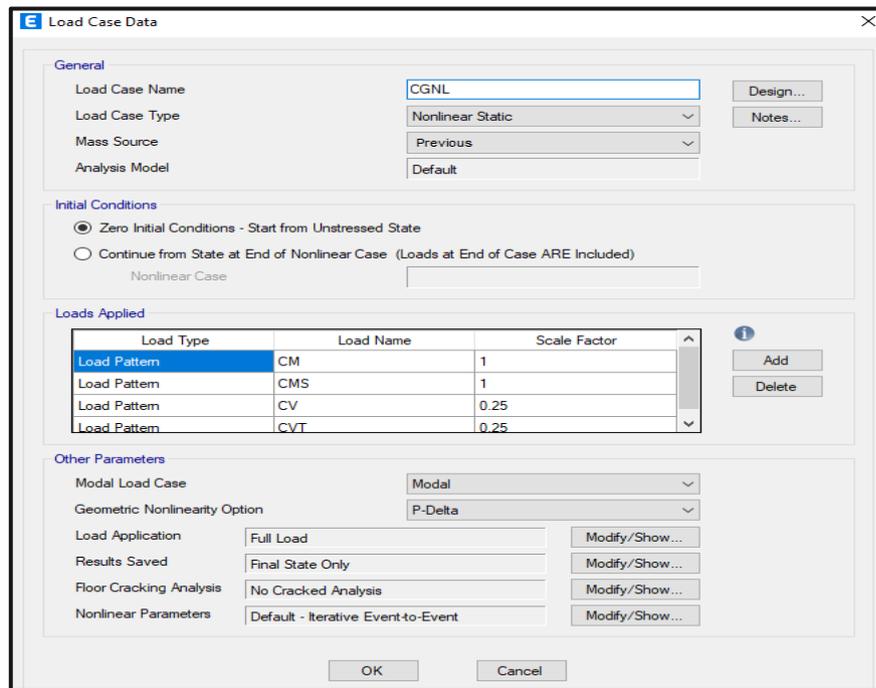


**Figura 22: Cantidad de acero**

*Fuente: (elaboración propia)*



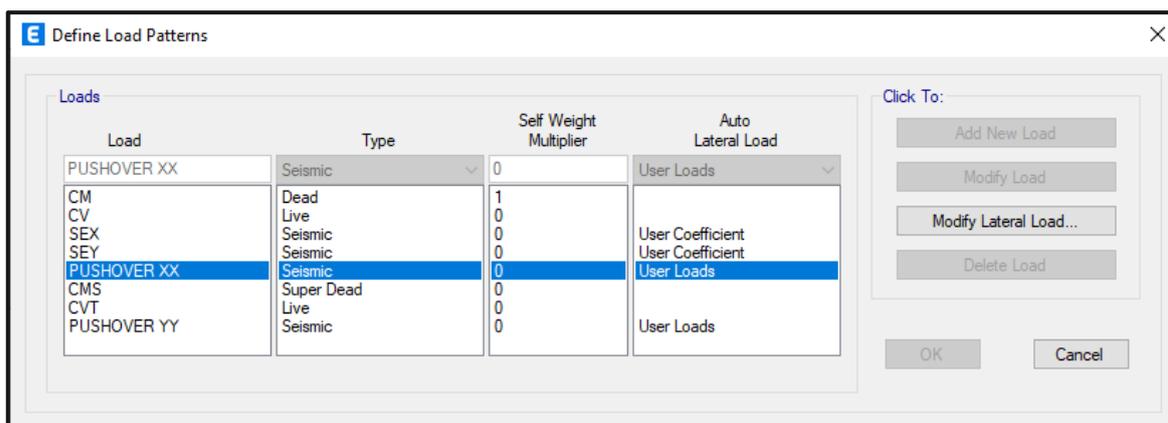
consideró lo establecido por la normativa E-030 (100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva).



**Figura 24: Casos de Carga de Gravedad No Lineal**

*Fuente: (elaboración propia)*

Luego se determina el segundo caso, análisis estático no lineal de carga Pushover para cada dirección X e Y, que considera las fuerzas laterales tal como se indicó anteriormente y se definen patrones de carga para cada dirección:



**Figura 25: Introducción de carga pushover**

*Fuente: (elaboración propia)*

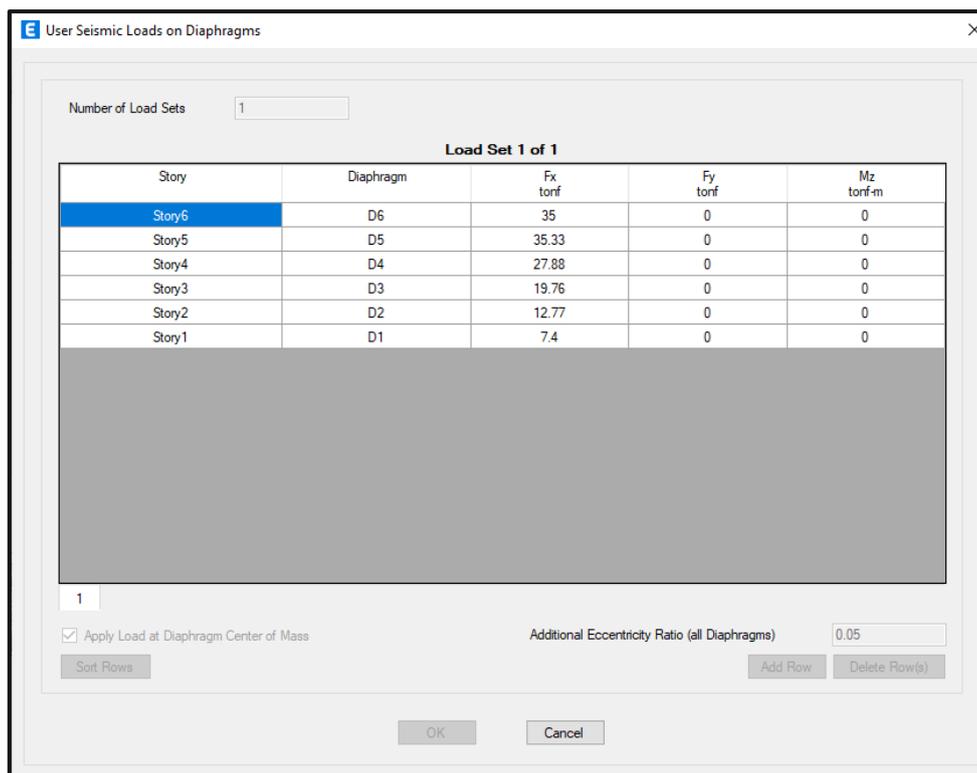
Para ello utilizaremos la distribución verticales carga Pseudo Lateral tal como se muestra a continuación:

**Tabla 22: Distribución vertical de carga pseudo lateral**

Piso	Pi	Hi	Pi*Hi <sup>k</sup>	Pi*Hi <sup>k</sup>	Fx	Fy
6	88.46	19.62	4346.59	3017.04	35.00 Ton	20.06 Ton
5	110.69	16.56	4386.86	3106.98	35.33 Ton	20.65 Ton
4	110.69	13.50	3387.69	2458.17	27.28 Ton	16.34 Ton
3	110.69	10.44	2449.63	1832.35	19.73 Ton	12.18 Ton
2	110.69	7.38	1585.17	1235.11	12.77 Ton	8.21 Ton
1	124.70	4.32	918.75	761.87	7.40 Ton	5.06 Ton
	655.92		17074.69	12411.52		

Fuente: (elaboración propia)

A continuación, ingresamos las fuerzas actuantes iniciales para cada patrón de carga en X e Y, las cuales irán incrementando hasta la generación de la rotulas plástica en cada elemento estructural.



**Figura 26: Fuerzas iniciales para el análisis pushover "X"**

Fuente: (elaboración propia)

User Seismic Loads on Diaphragms

Number of Load Sets: 1

Load Set 1 of 1

Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-m
Story6	D6	0	20.6	0
Story5	D5	0	20.65	0
Story4	D4	0	16.34	0
Story3	D3	0	12.08	0
Story2	D2	0	8.21	0
Story1	D1	0	5.06	0

1

Apply Load at Diaphragm Center of Mass

Additional Eccentricity Ratio (all Diaphragms): 0.05

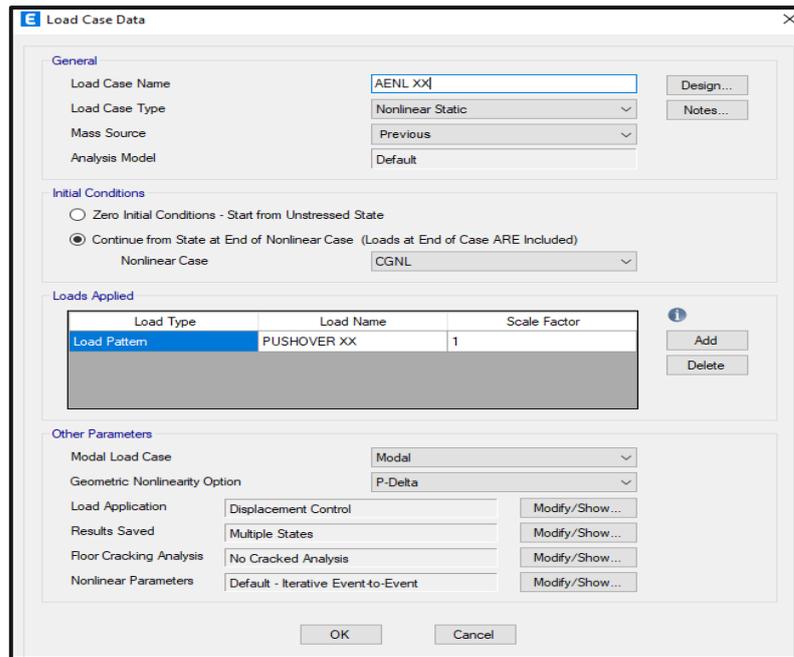
Sort Rows Add Row Delete Row(s)

OK Cancel

**Figura 27: Fuerzas iniciales para el análisis pushover “Y”**

*Fuente: (elaboración propia)*

Posteriormente se define el caso de carga de Análisis Estático no Lineal, de manera similar a la CGNL, pero estableciendo el punto de control en el último nivel, cambiando la condición inicial que ya no es cero.



**Figura 28: Casos de Carga Análisis Estático No Lineal**

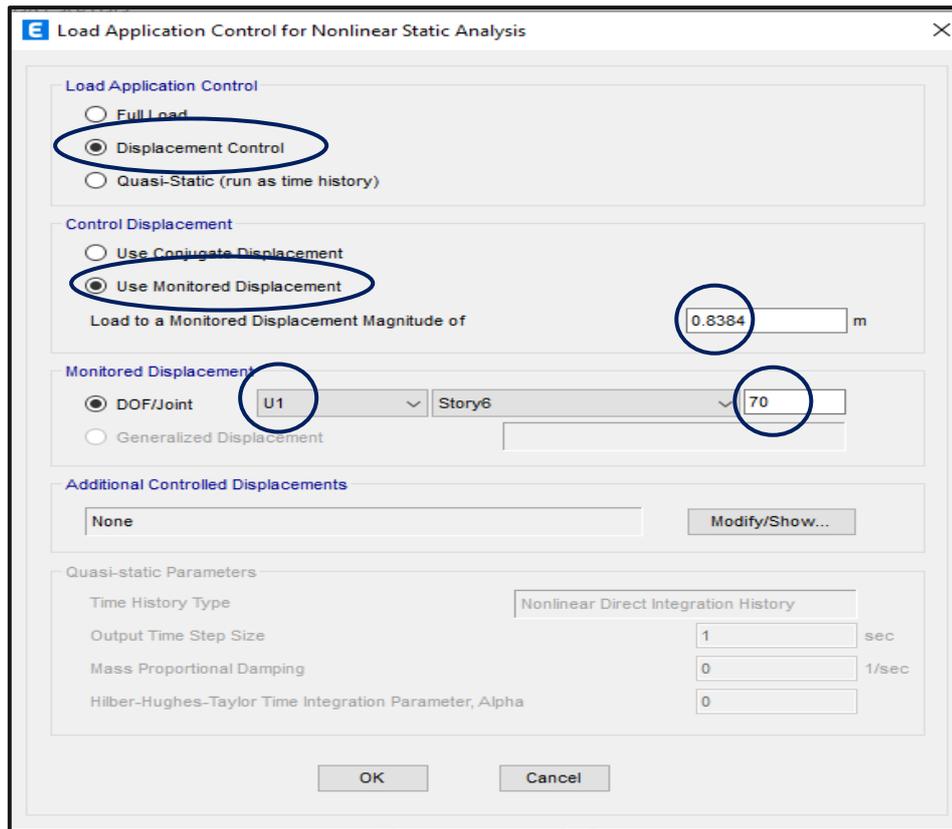
*Fuente: (elaboración propia)*

Posteriormente se modifica la aplicación de carga, considerando lo establecido en la norma FEMA-440, donde señala que una determinada estructura, en el rango inelástico, deberá de deformarse un 4% de la altura total de la estructura, por consiguiente, se consideró la siguiente deformación:

$$\text{DEFORMACIÓN} = 0.04 * \text{Altura total de la estructura}$$

$$\text{DEFORMACIÓN} = 0.04 * 20.96 \text{ m}$$

$$\text{DEFORMACIÓN} = \mathbf{0.8384 \text{ m.}}$$

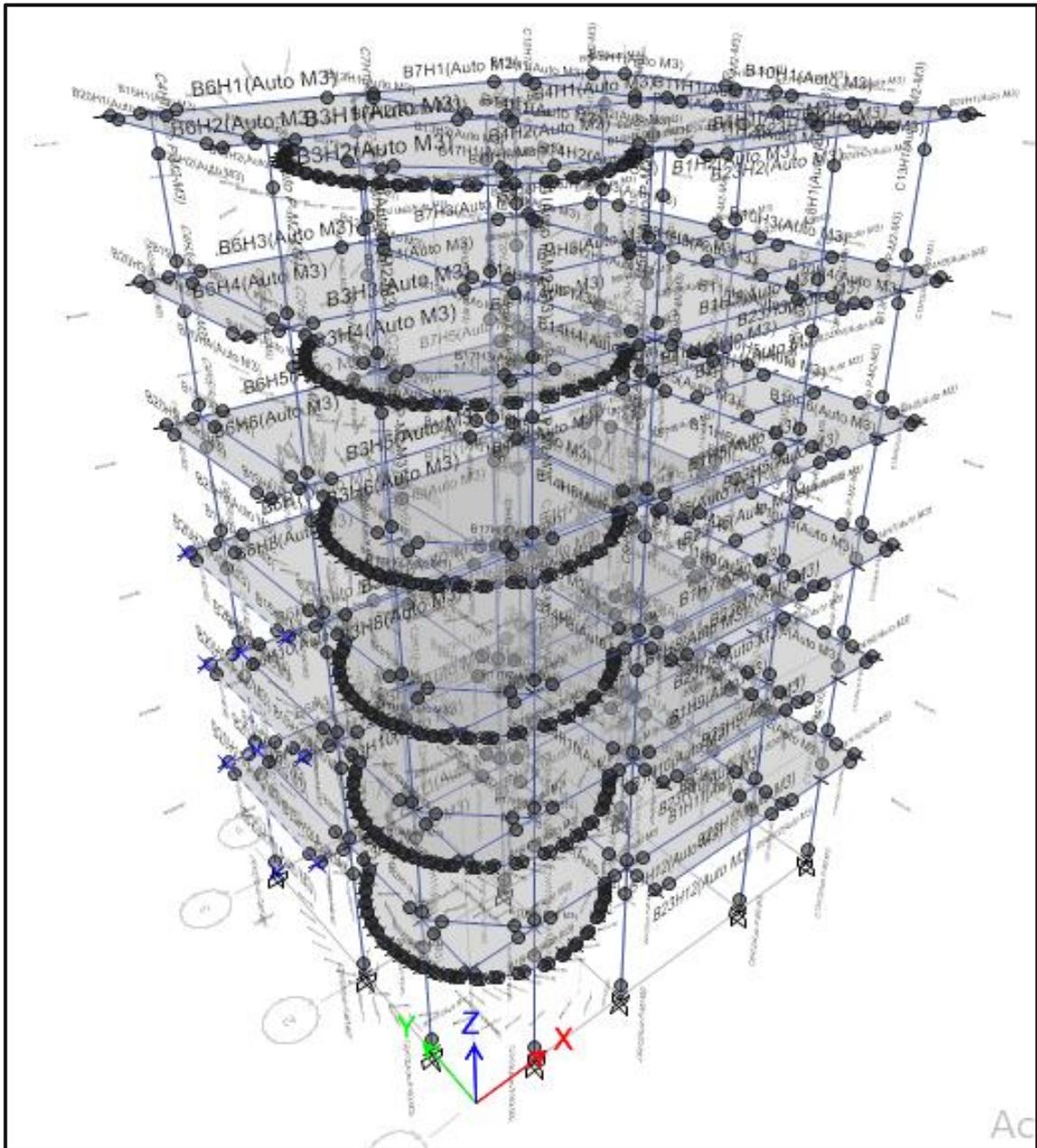


**Figura 29: Configuración de la aplicación de carga para el AENL – Sistema aperticado**

*Fuente: (elaboración propia)*

- **Mecanismos de Rotulas plásticas**

Este proceso es indispensable para este tipo de análisis, en ese sentido se designaron rotulas plásticas a cada elemento estructural que compone el edificio como son columnas, vigas, para ello en primer lugar se debe de seleccionar cada elemento estructura de acuerdo al tipo que representa y luego:

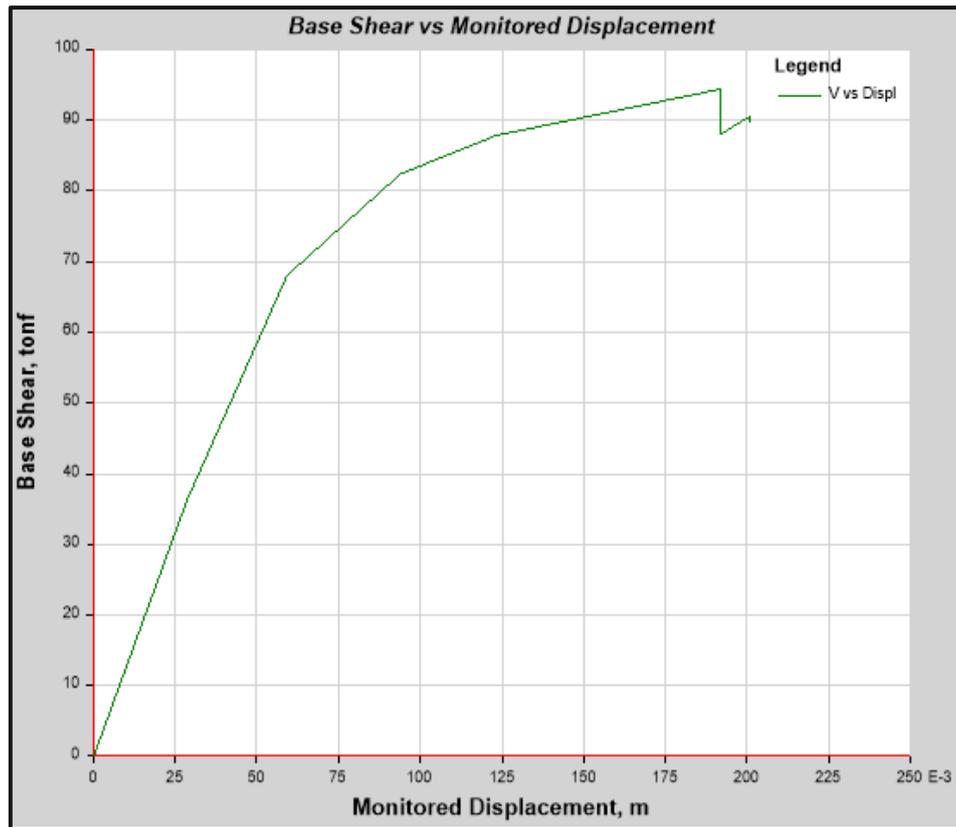


**Figura 30: Asignación de rotulas plásticas.**

*Fuente: (elaboración propia)*

- **Curva de Capacidad**

La curva de capacidad enseña la relación de la fuerza cortante en base vs el desplazamiento en la parte más elevada y/o tope de la estructura, para ello se analizó estructura en ambas direcciones X e Y, obteniendo:



**Figura 31: Curva de capacidad en la dirección X**

*Fuente: (elaboración propia)*

De la curva de capacidad en la dirección “X” obtenida se puede identificar directamente los siguientes puntos de interés:

**Tabla 23: Puntos de interés.**

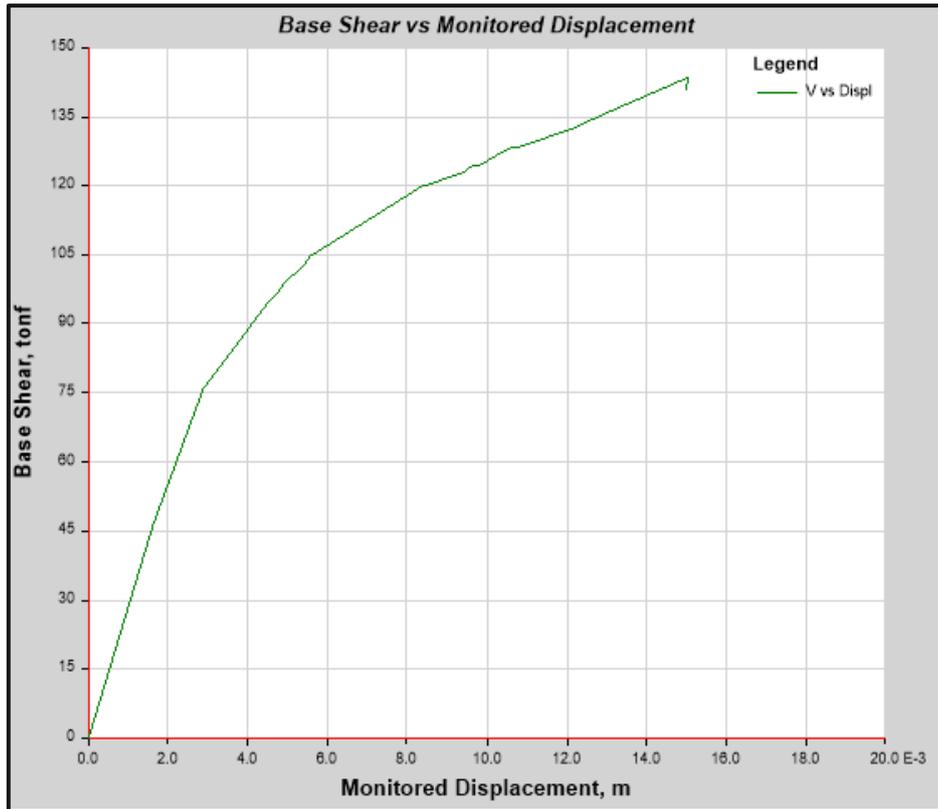
PUNTOS DE INTERÉS	V (tonf)	D (m)
Primera Rotula	36.5251	0.028863
Colapso	89.7321	0.200895

*Fuente: (elaboración propia)*

A continuación, se puede calcular la ductilidad respecto a la primera rotula

Ductilidad del Sistema, respecto a la primera rotula:

$$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y} = \frac{0.200895}{0.028863} = 6.9603$$



**Figura 32: Curva de capacidad en la dirección “Y”**

*Fuente: (elaboración propia)*

De la curva de capacidad en la dirección “Y” obtenida se puede identificar directamente los siguientes puntos de interés:

**Tabla 24: Puntos de interés**

PUNTOS DE INTERÉS	V (tonf)	D (m)
Primera Rotula	46.4192	0.001637
Colapso	140.9751	0.014992

*Fuente: (elaboración propia)*

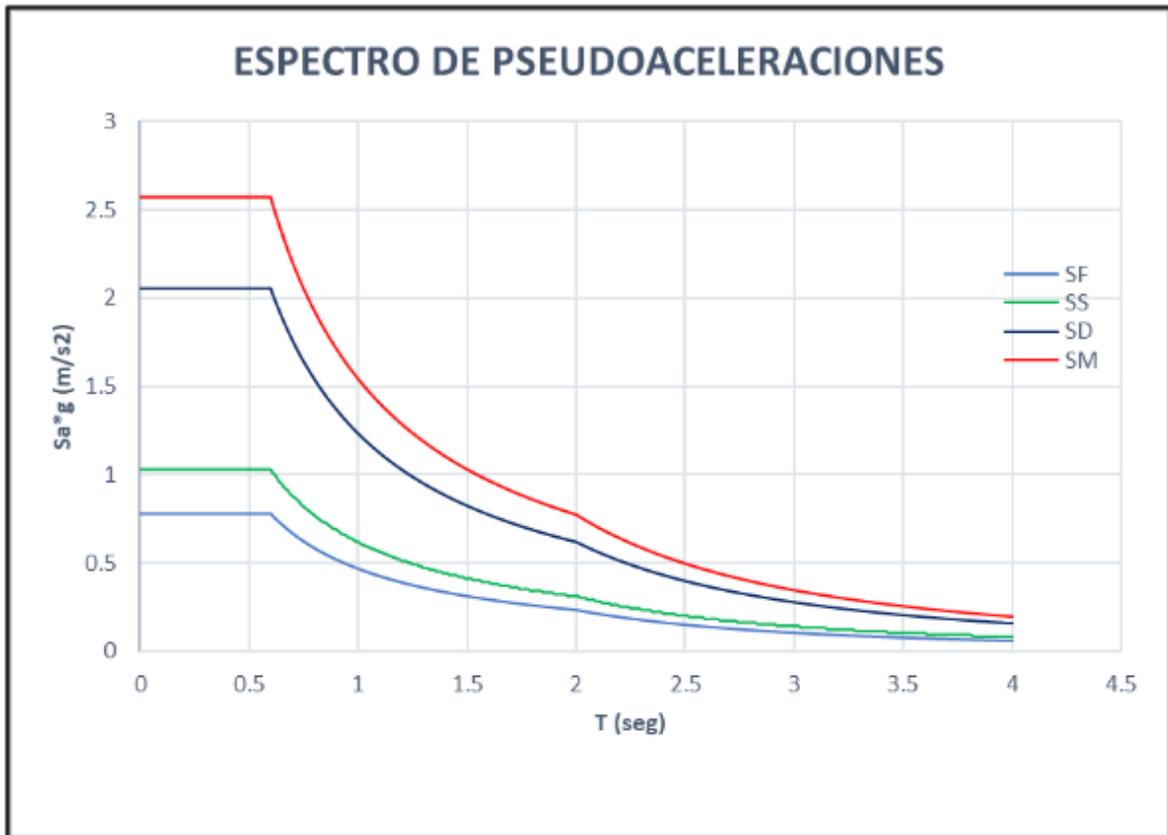
A continuación, se puede calcular la ductilidad respecto a la primera rotula.

Ductilidad del Sistema, respecto a la primera rotula:

$$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y} = \frac{0.014992}{0.001637} = 9.1582$$

- **Espectro de Demanda**

El espectro de demanda base es obtenido de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma E-030, a partir del cual se obtienen los demás espectros de demanda, en la siguiente figura se muestran los espectros de demanda en un solo grafico



**Figura 33: Espectro de pseudoaceleraciones – Sistema Aporticado**

*Fuente: (elaboración propia)*

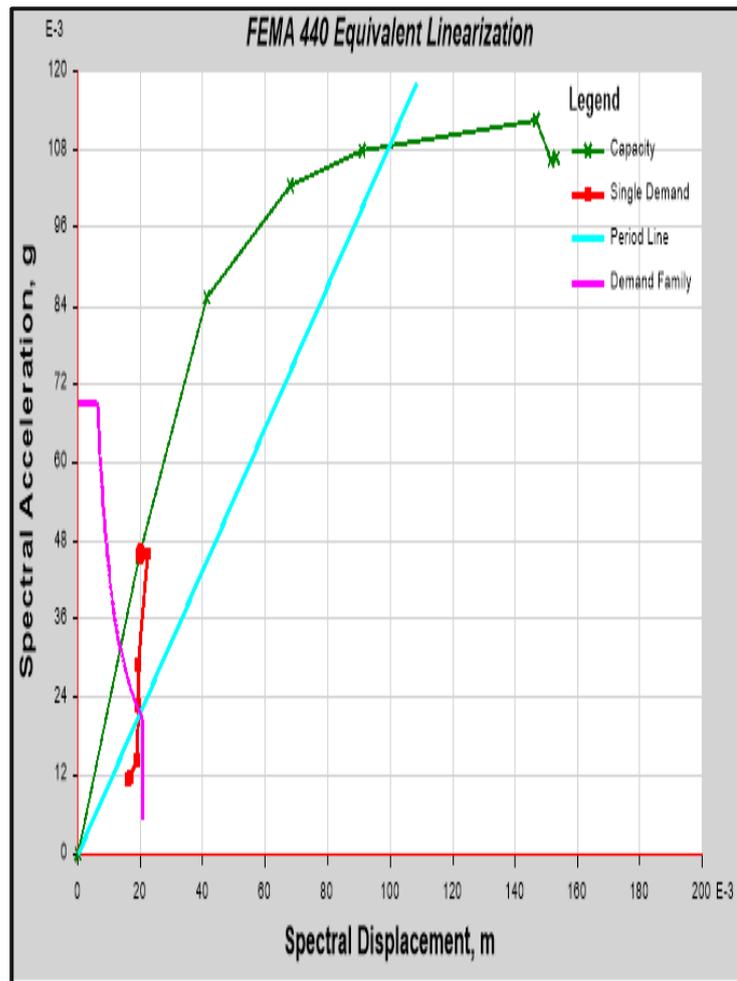
Donde:

- SF: Sismo Frecuente
- SS: Sismo Servicio (Ocasional)
- SD: Sismo de Diseño (Raro)
- SM: Sismo Máximo (Muy Raro)

- **Obtención del punto de Desempeño.**

Para este proceso se hace uso del método FEMA 440, de lo cual se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación:

**PUNTO DE DESEMPEÑO - SISMO FRECUENTE (DIRECCIÓN “X” E “Y”):**



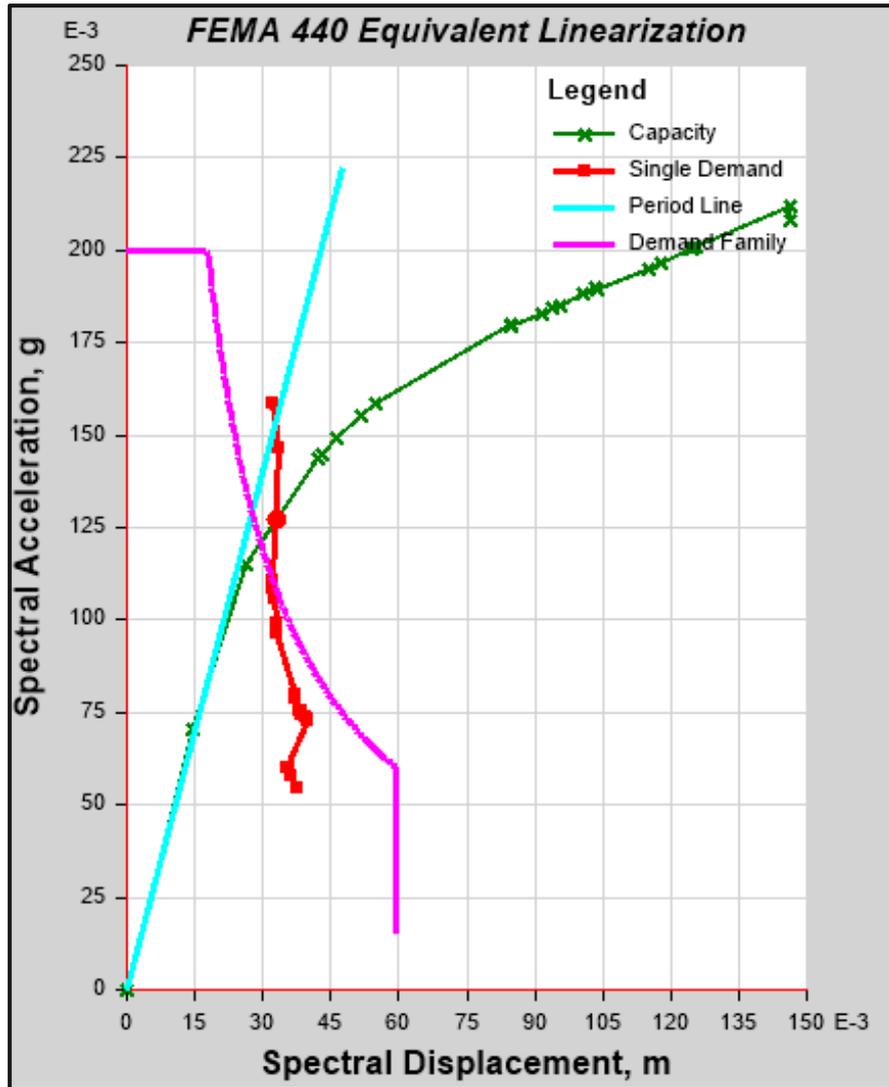
**Figura 34: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección “X”.**

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 25: Punto de desempeño sismo frecuente.**

PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO FRECUENTE DIRECCIÓN “X”	
<b>Cortante (ton)</b>	36.7665
<b>Desplazamiento (cm)</b>	0.029095
<b>Sa (g)</b>	0.046029
<b>Sd (cm)</b>	0.019933

*Fuente: (elaboración propia)*



**Figura 35: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección “Y”.**

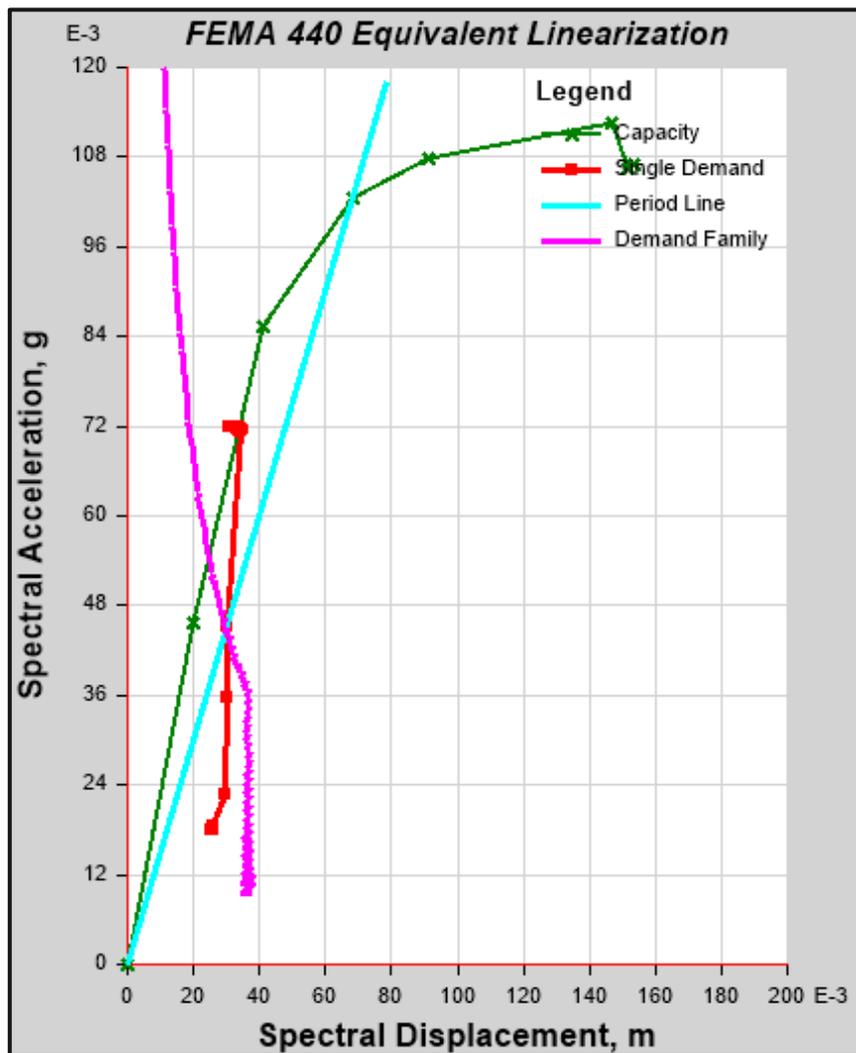
*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 26: Punto de desempeño sismo frecuente.**

PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO FRECUENTE	
DIRECCIÓN “Y”	
Cortante (ton)	83.8392
Desplazamiento (m)	0.003583
Sa (g)	0.126997
Sd (m)	0.032982

*Fuente: (elaboración propia)*

**PUNTO DE DESEMPEÑO - SISMO DE SERVICIO - OCASIONAL  
(DIRECCIÓN "X" E "Y"):**



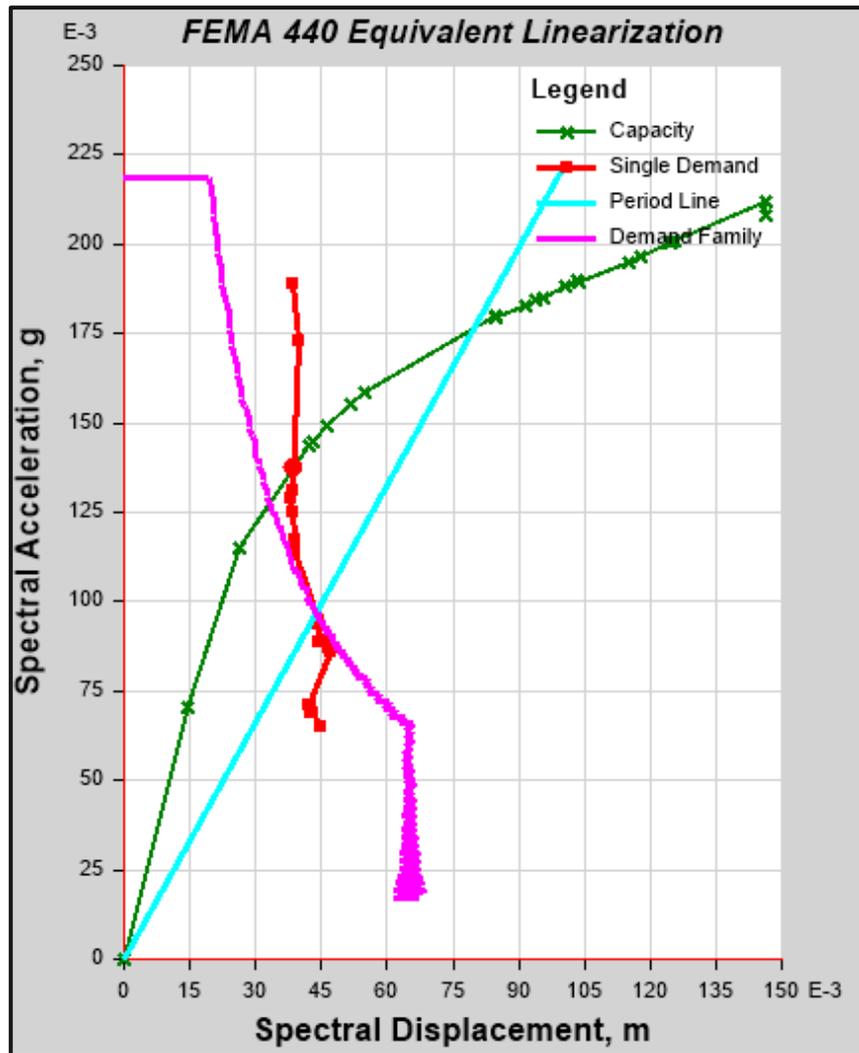
**Figura 36: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección "X".**

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 27: Punto de desempeño, sismo de servicio**

<b>PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO OCASIONAL DIRECCIÓN "X"</b>	
<b>Cortante (ton)</b>	57.1598
<b>Desplazamiento (m)</b>	0.048685
<b>Sa (g)</b>	0.071623
<b>Sd (m)</b>	0.033854

*Fuente: (elaboración propia)*



**Figura 37: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección “Y”.**

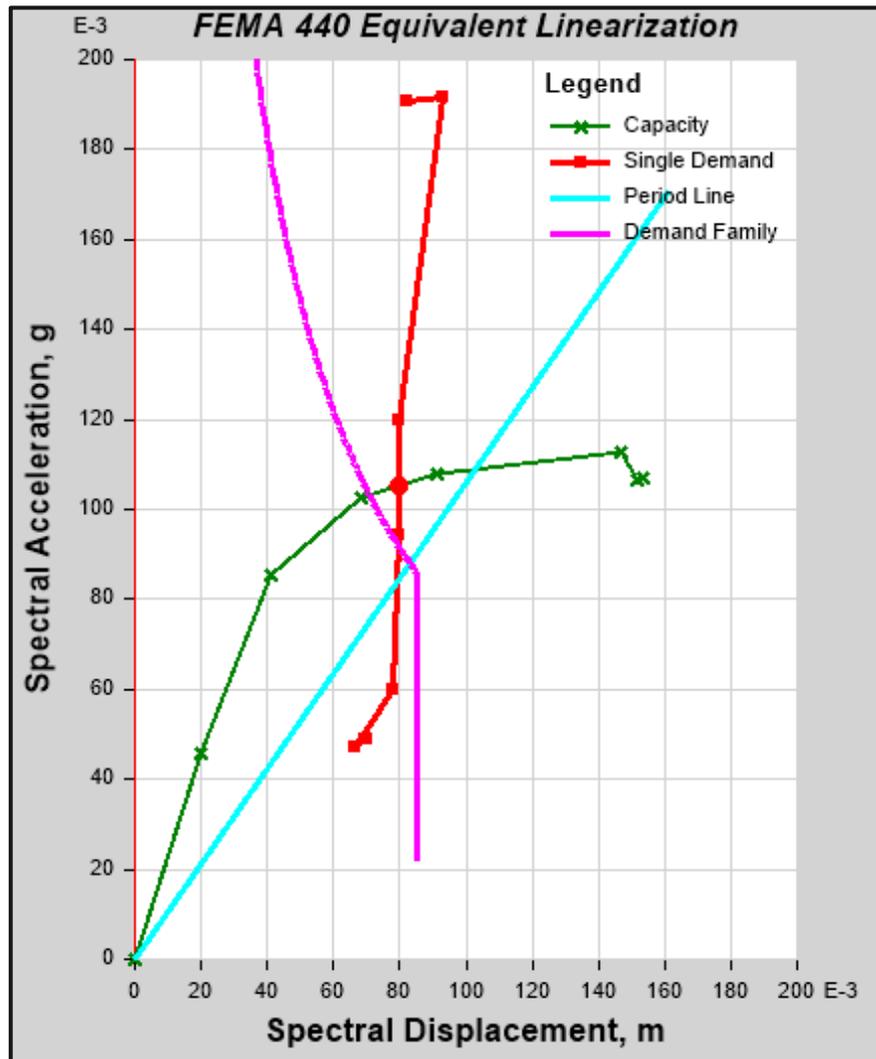
*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 28: Punto de desempeño, sismo de servicio**

PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO OCASIONAL DIRECCIÓN “Y”	
Cortante (ton)	90.9001
Desplazamiento (m)	0.004192
Sa (g)	0.137488
Sd (m)	0.038668

*Fuente: (elaboración propia)*

**PUNTO DE DESEMPEÑO - SISMO DE DISEÑO - RARO (DIRECCIÓN “X” E “Y”):**



**Figura 38: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección “X”.**

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 29: Punto de desempeño, sismo de diseño.**

PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO DE DISEÑO DIRECCIÓN X	
Cortante (ton)	85.1319
Desplazamiento (m)	0.108521
Sa (g)	0.105162
Sd (m)	0.079576

*Fuente: (elaboración propia)*

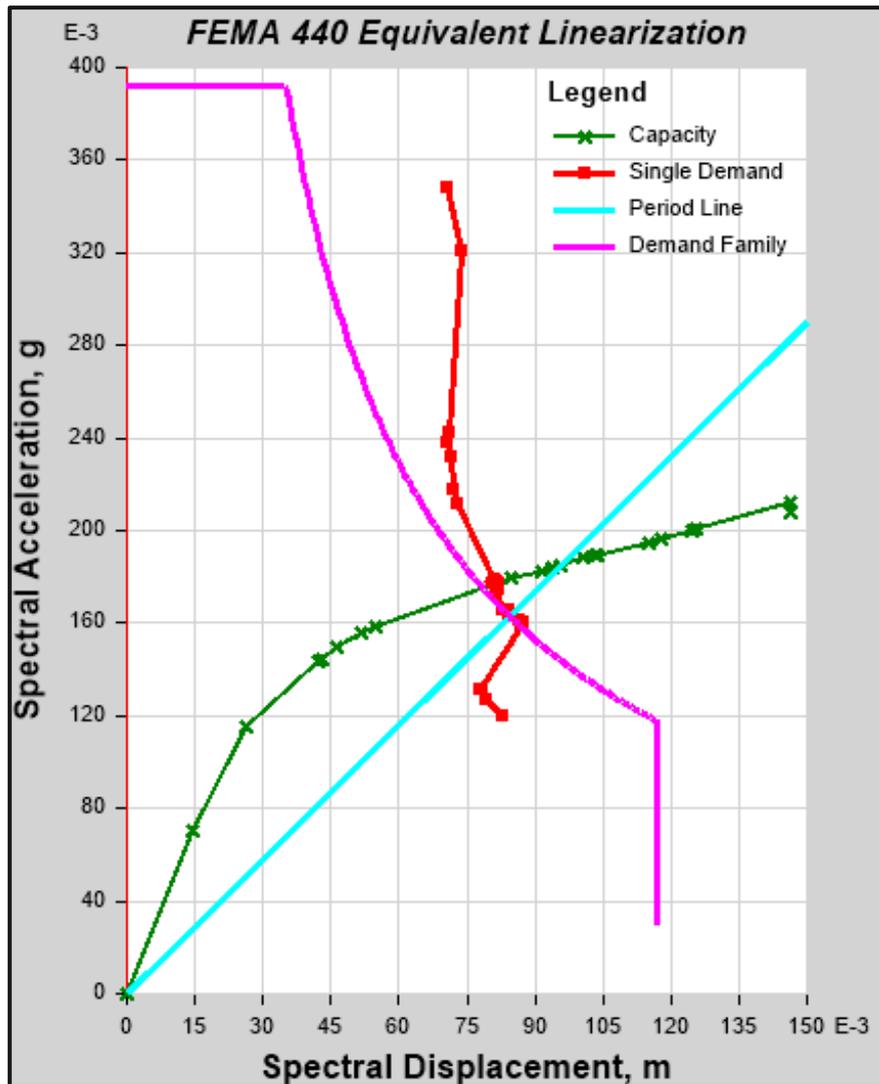


Figura 39: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección “Y”.

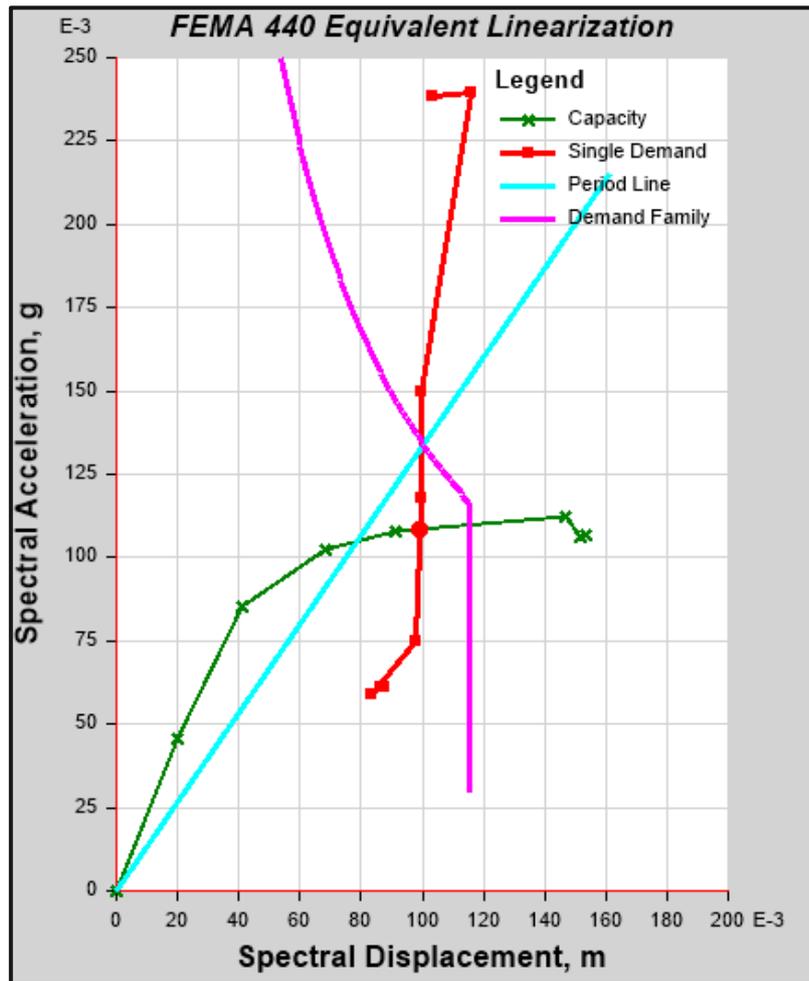
Fuente: (elaboración propia)

Tabla 30: punto de desempeño, sismo de diseño.

PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO DE DISEÑO DIRECCIÓN Y	
Cortante (ton)	118.4082
Desplazamiento (m)	0.008064
Sa (g)	0.177618
Sd (m)	0.081163

Fuente: (elaboración propia)

**PUNTO DE DESEMPEÑO - SISMO MÁXIMO – MUY RARO (DIRECCIÓN “X” E “Y”):**



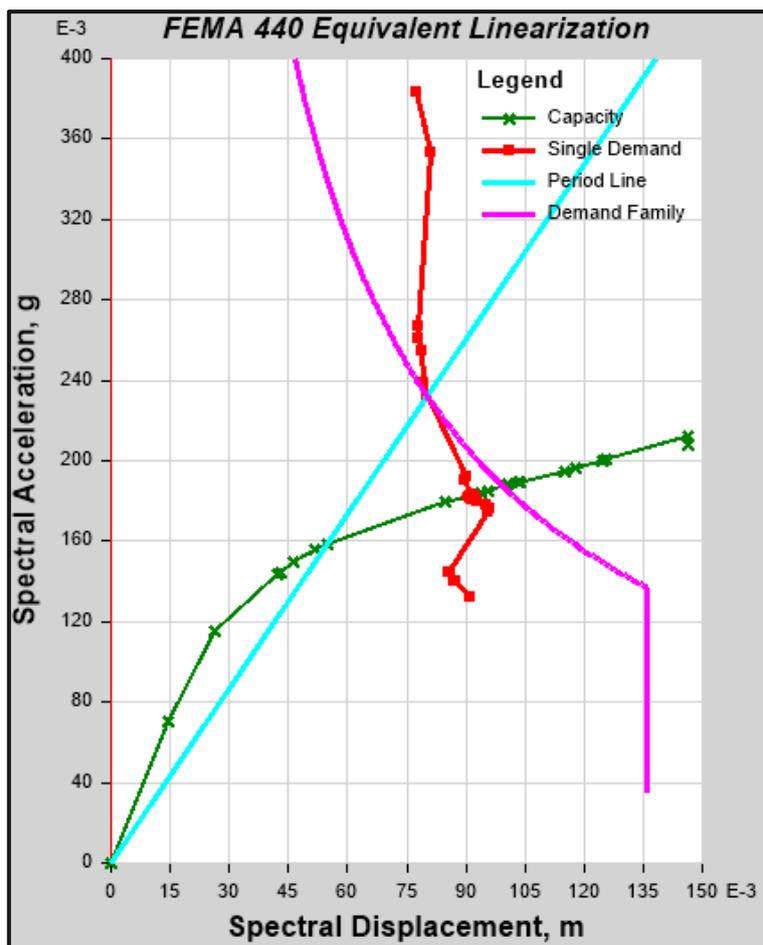
**Figura 40: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección “X”.**

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 31: Punto de desempeño, sismo ocasional.**

PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO MÁXIMO	
Cortante (ton)	88.8259
Desplazamiento (m)	0.132958
Sa (g)	0.108489
Sd (m)	0.099047

*Fuente: (elaboración propia)*



**Figura 41: Ubicación del Punto de Desempeño en la dirección “Y”.**

*Fuente: (elaboración propia)*

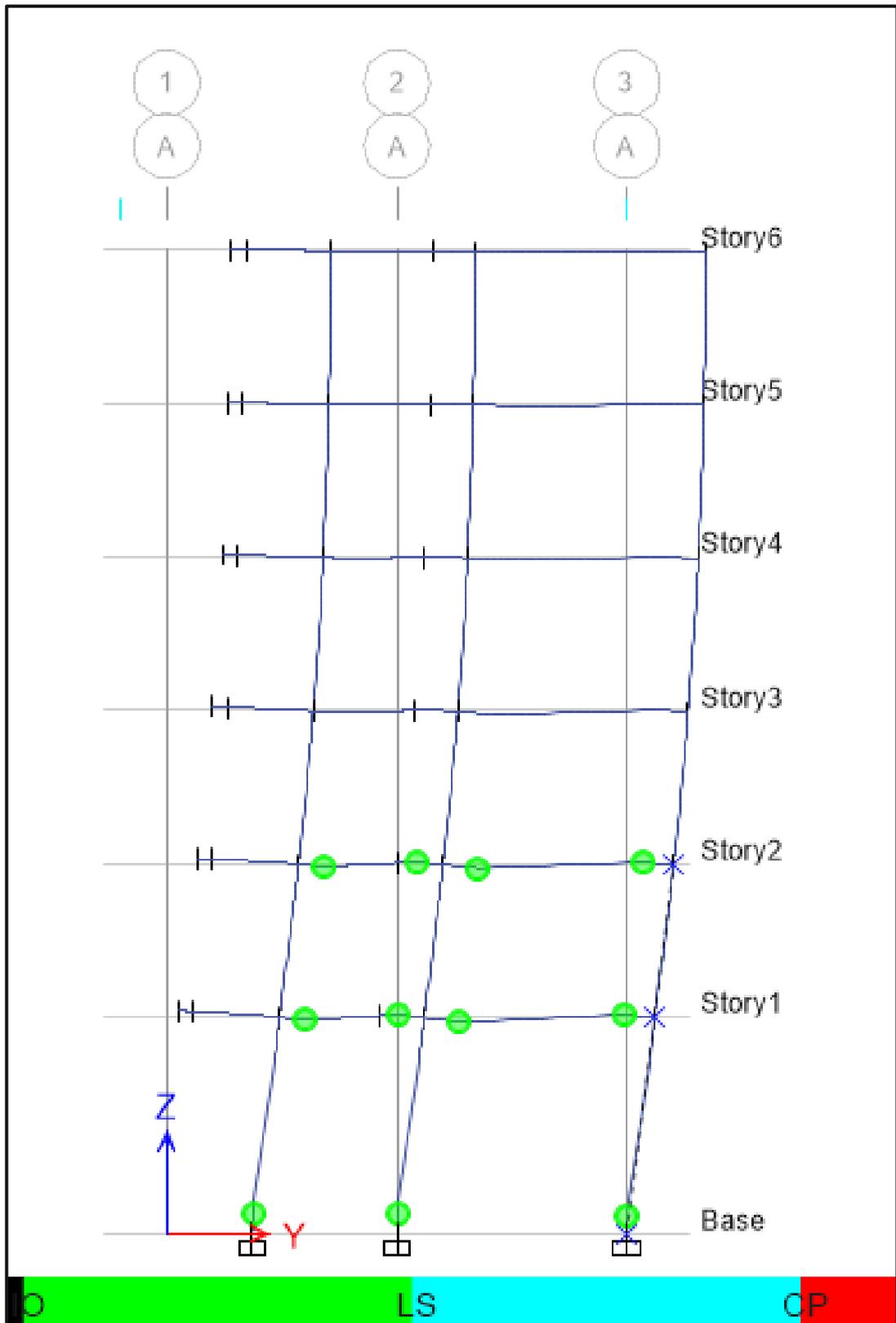
**Tabla 32: Punto de desempeño, sismo ocasional.**

PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO MÁXIMO	
Cortante (ton)	122.9214
Desplazamiento (m)	0.009371
Sa (g)	0.182612
Sd (m)	0.091279

*Fuente: (elaboración propia)*

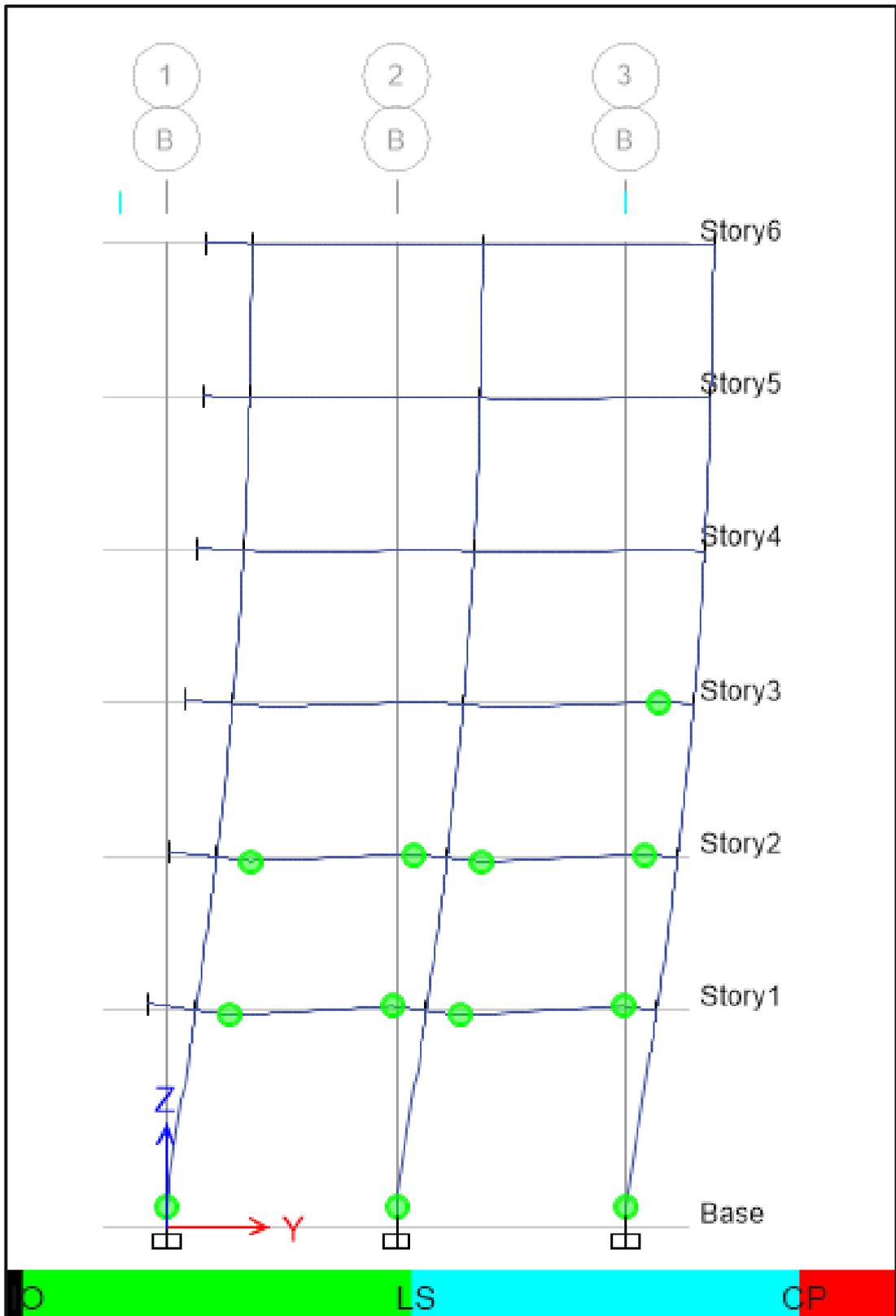
- **Secuencia y Ubicación del daño probable en la Estructura**

Para tener una estimación global del daño probable que podría llegar a sufrir el edificio en estudio, en seguida se muestra la formación de rotulas plásticas, para la dirección “Y”, los ejes A, B, C y D y en la dirección “X” en los ejes 1,2 y 3.



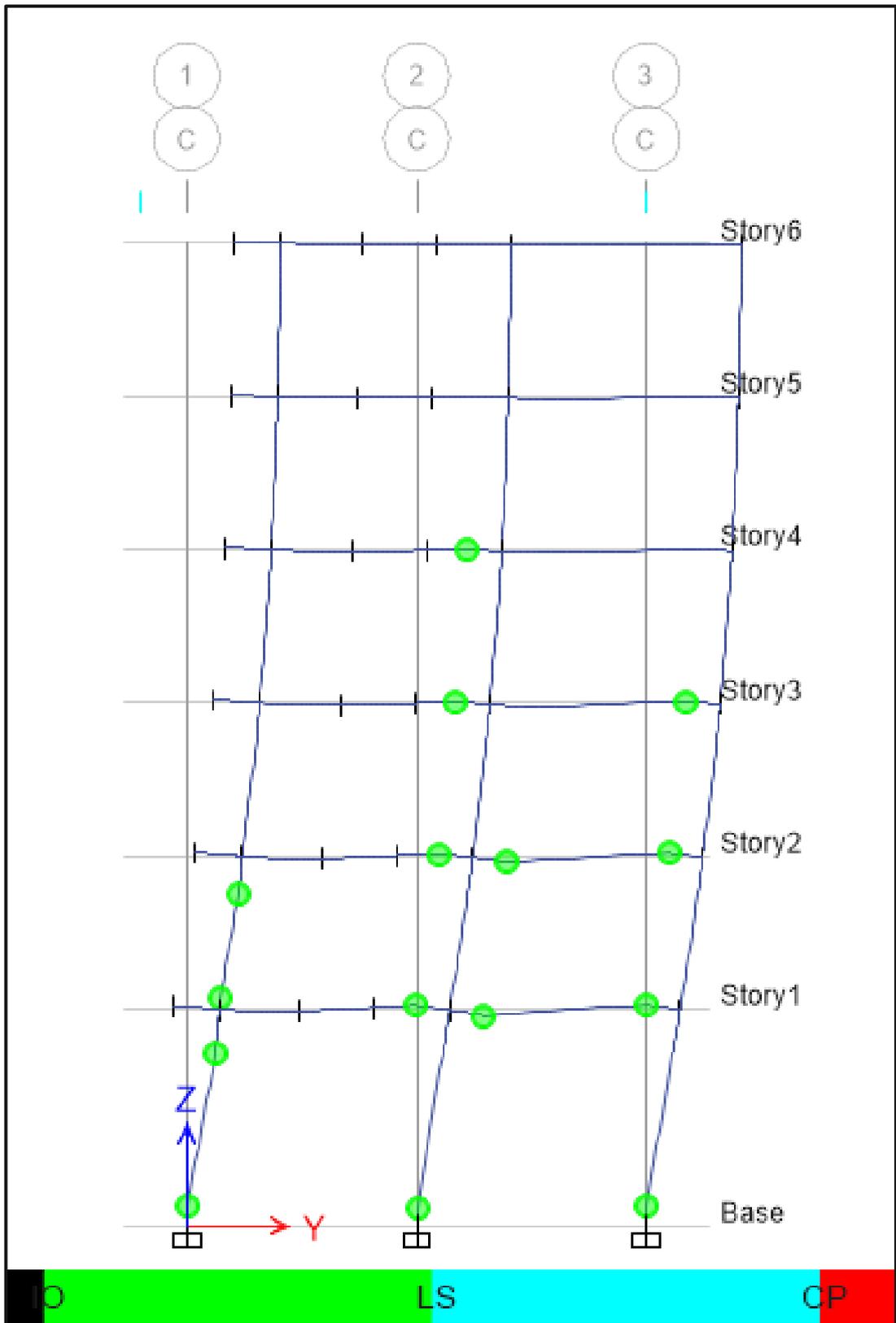
**Figura 42: Posible daño en la estructura en el eje A**

*Fuente: (elaboración propia)*



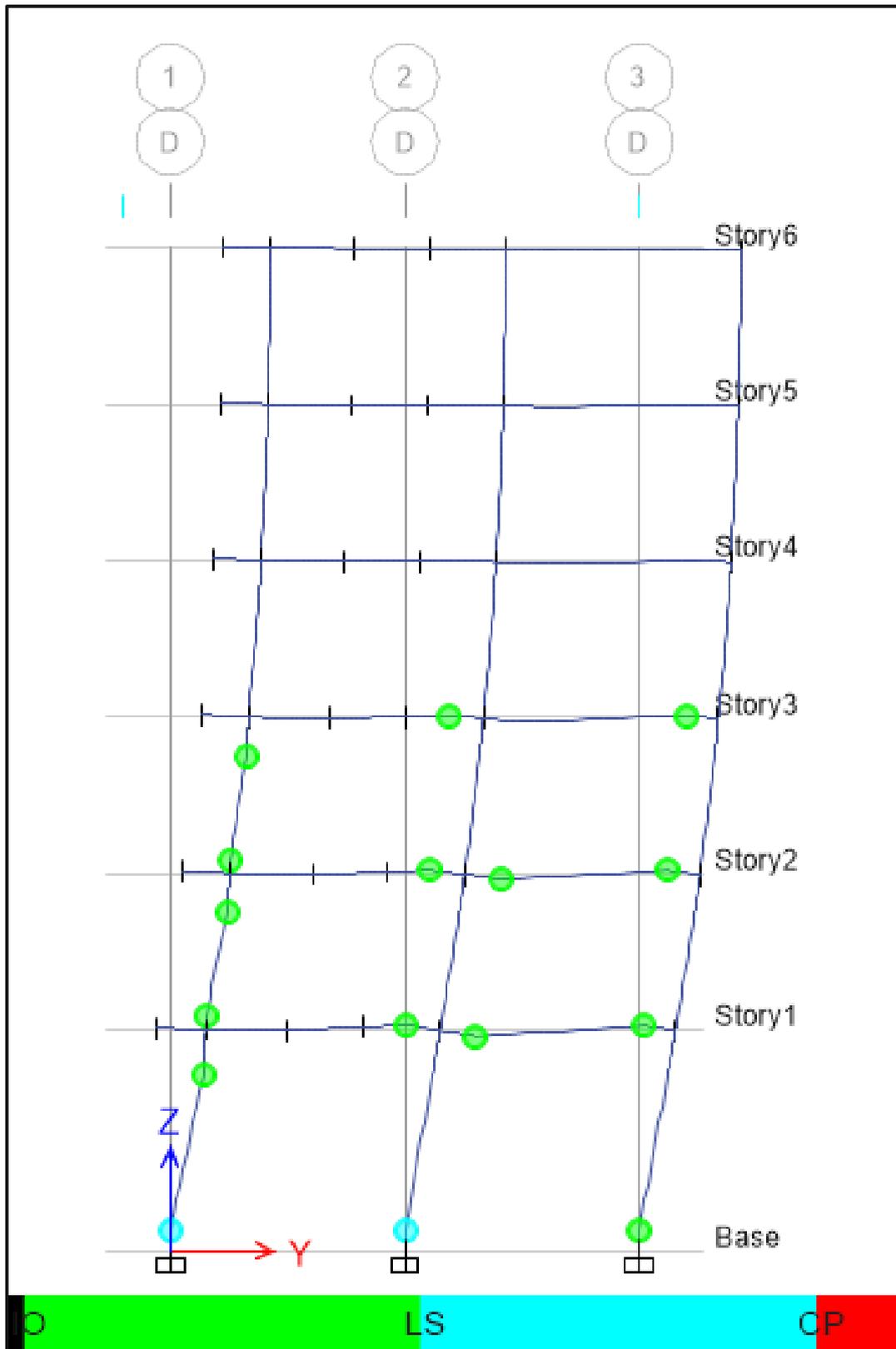
**Figura 43: Posible daño en la estructura en el eje B**

*Fuente: (elaboración propia)*



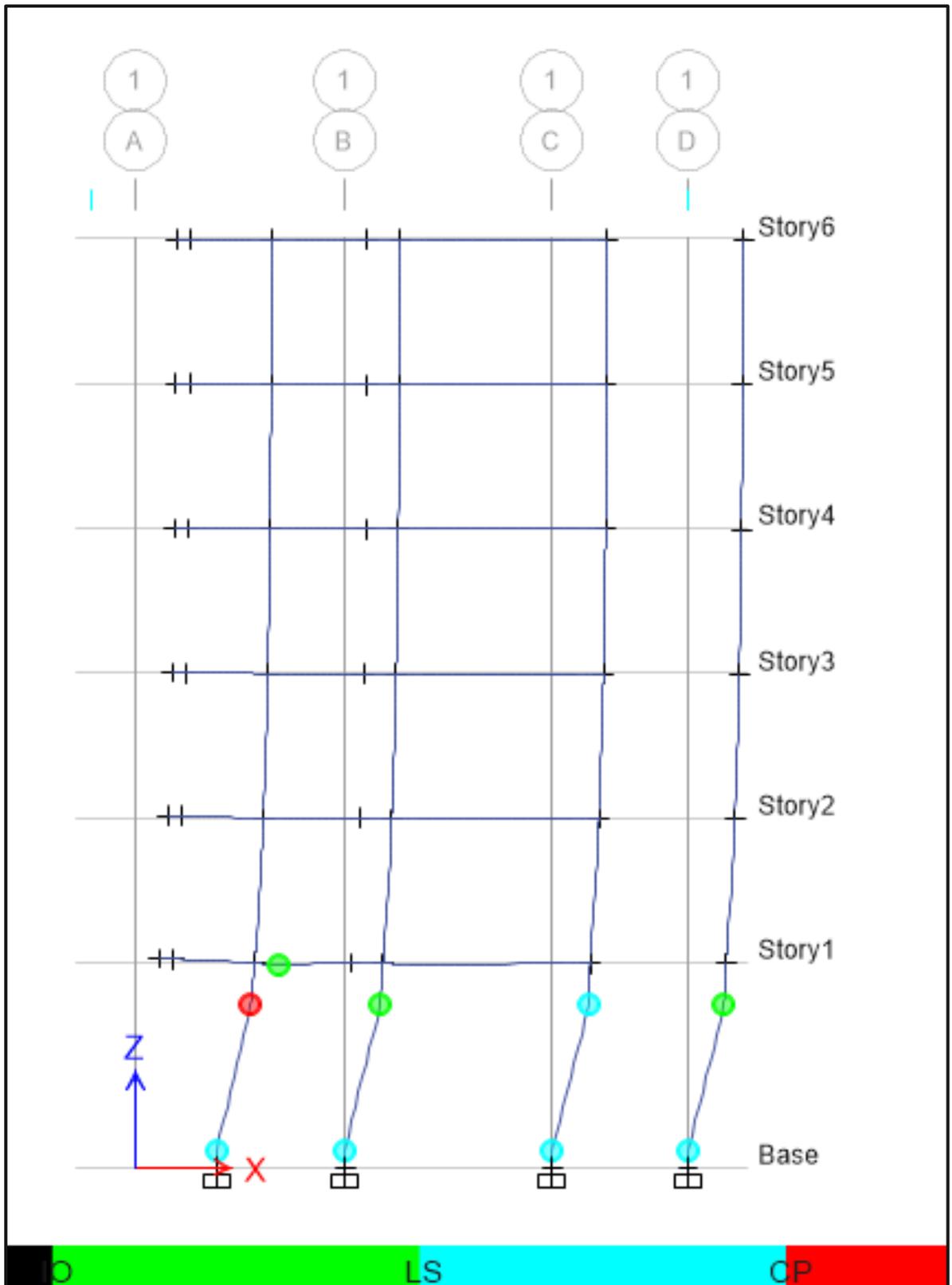
**Figura 44: Posible daño en la estructura en el eje C**

Fuente: (elaboración propia)



**Figura 45: Posible daño en la estructura en el eje D**

*Fuente: (elaboración propia)*



**Figura 46: Posible daño en la estructura en el eje 1**

*Fuente: (elaboración propia)*

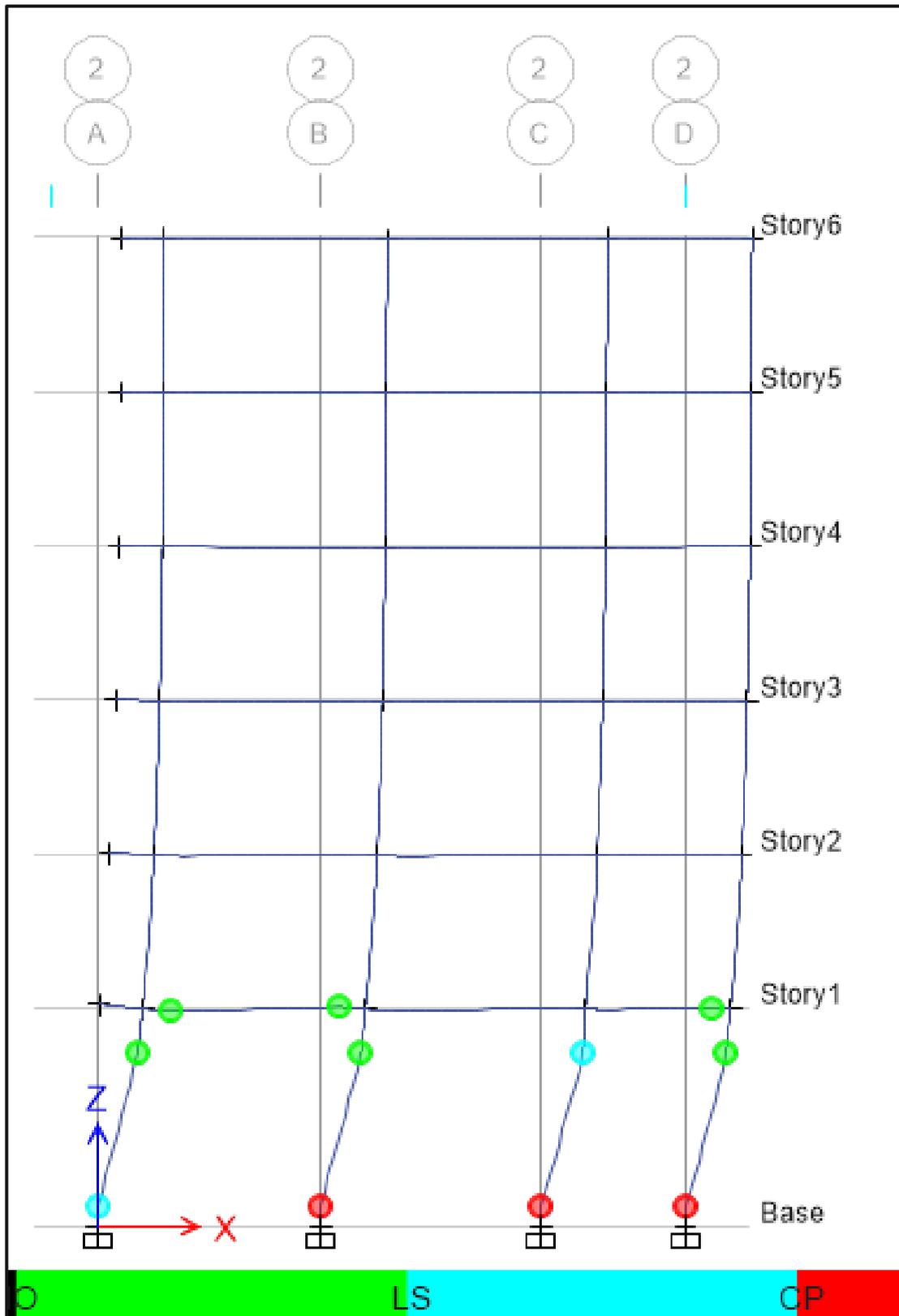


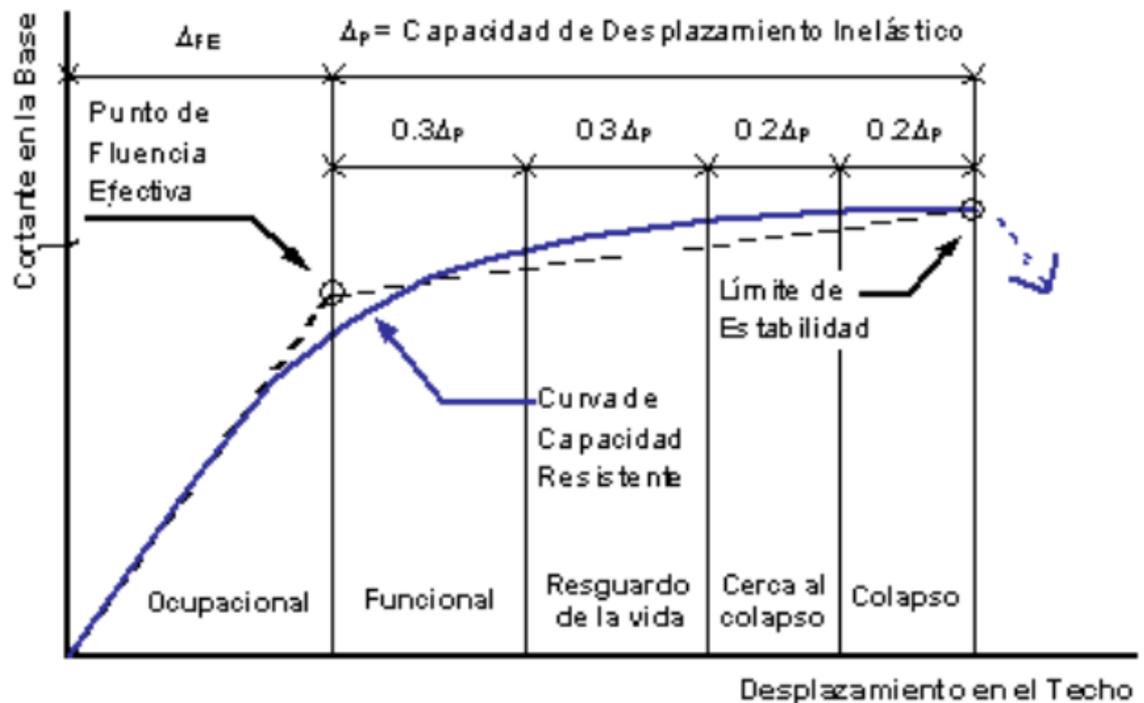
Figura 47: Posible daño en la estructura en el eje 2

Fuente: (elaboración propia)



- **Sectorización de la curva de capacidad según VISIÓN 2000.**

A continuación, según VISIÓN 2000, se muestra la sectorización de la curva de capacidad:

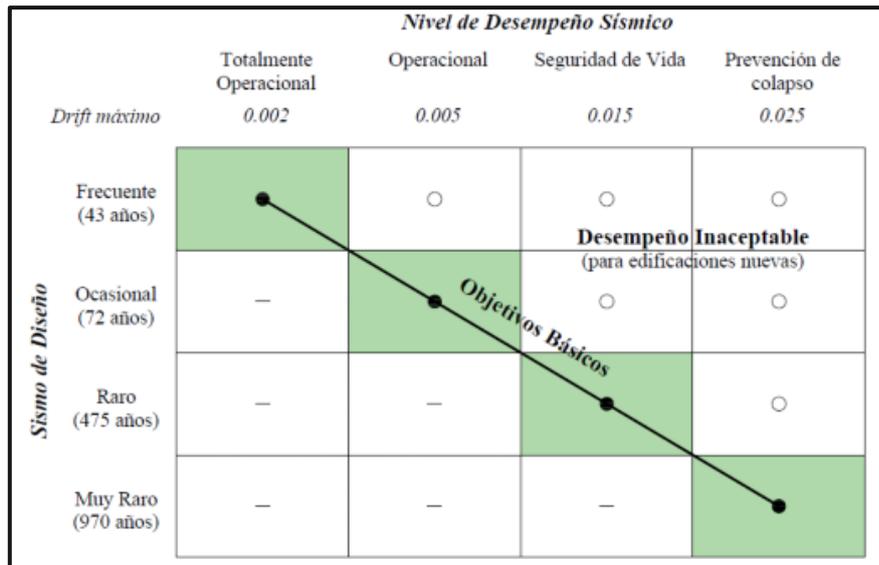


**Figura 49: Sectorización de la curva de capacidad**

Fuente: (ATC-40, 1996)

- **Nivel de Desempeño**

La Respuesta del edificio ante los diferentes niveles de amenaza sísmica, se determinará a través del nivel de desempeño, el cual se obtuvo a través de la ubicación de los puntos de desempeño determinados anteriormente en la curva de capacidad sectorizada, este se obtendrá conforme a los niveles estipulados según el Comité Visión 2000, los cuales se obtienen de acuerdo a la figura indicada anteriormente en el capítulo III.

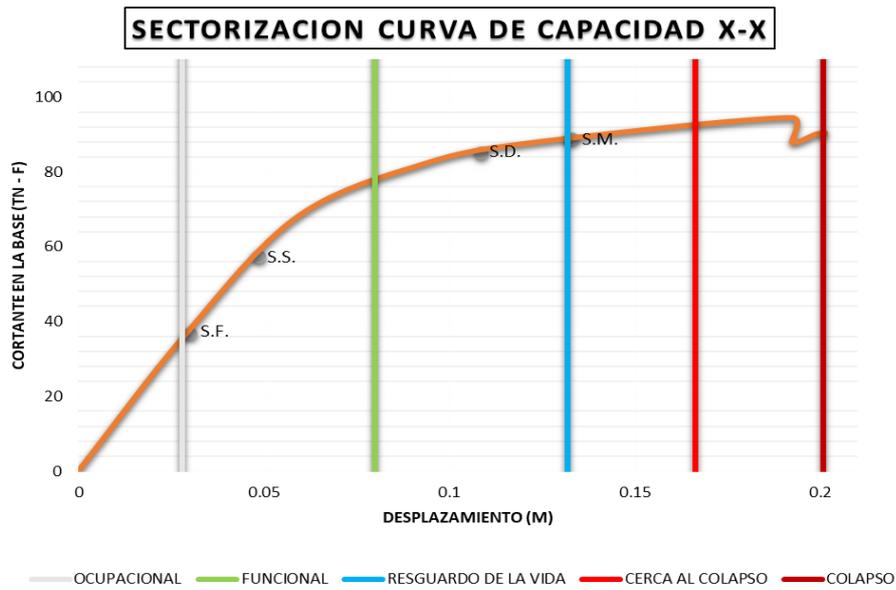


**Figura 50: Niveles de desempeño para edificaciones comunes.**

Fuente: (ATC-40, 1996)

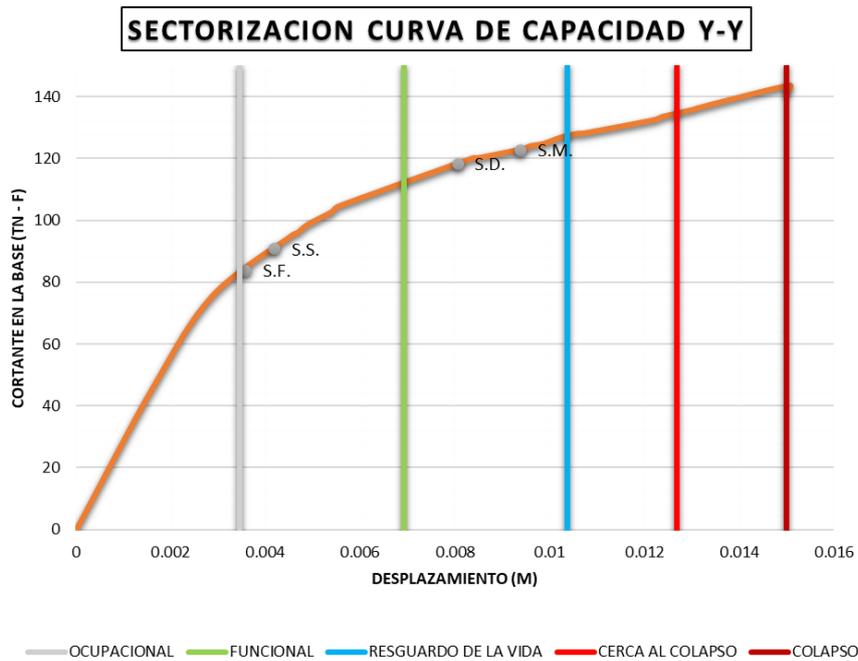
Donde:

- Ocupacional (Totalmente operacional)
- Funcional (Ocupacional)
- Resguardo de la Vida (Seguridad de Vida)
- Cerca al Colapso (Prevención de Colapso)
- Colapso.



**Figura 51: sectorización curva de capacidad X-X, sistema aporticado**

Fuente: (elaboración propia)



**Figura 52: Sectorización de curva de capacidad en dirección “Y” – sistema aporticado.**

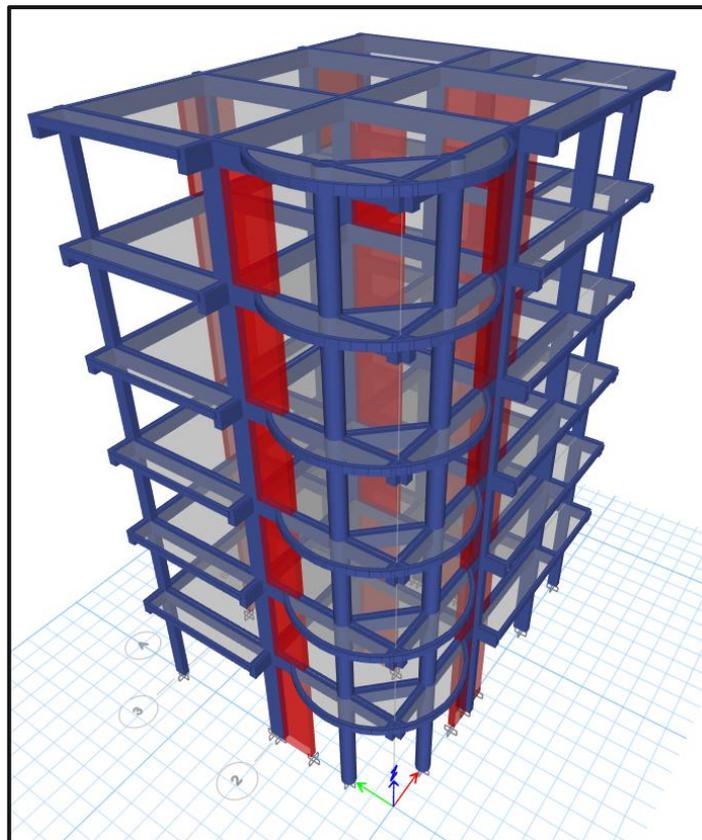
Fuente: (elaboración propia)

### 4.1.3. Etapa 3: Modelo Y Análisis Del Sistema Dual

El modelamiento de la estructura para el sistema dual se realiza en función al análisis del sistema aporticado aplicando muros de corte o placas en ambas direcciones para disminuir las cortantes, distorsiones que no logra absorber el sistema aporticado. Como en el modelamiento del sistema aporticado se realizará el análisis estructural considerando la combinación de cargas, tomando la más crítica y los esfuerzos permisibles, para luego efectuar el análisis sísmico de la estructura realizando los siguientes métodos.

- Análisis estático.
- Análisis dinámico

El modelamiento de la estructura se realizó en función en función al análisis y reforzando con muros de corte para que la distorsión de la estructura sea permisible y tratando en lo posible de no modificar la arquitectura de la edificación, como se ve en la figura tridimensional modelada en el software ETABS

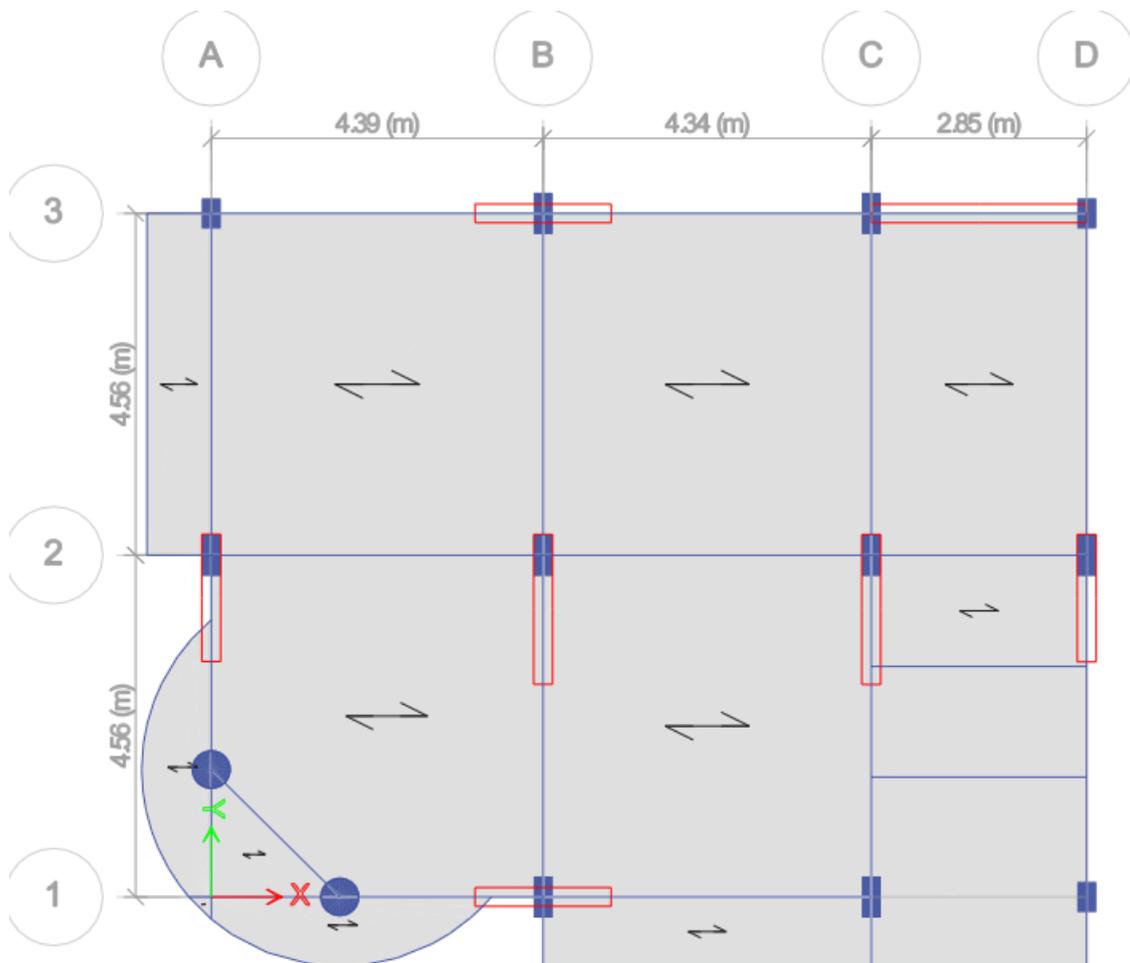


**Figura 53: Modelamiento tridimensional del sistema estructural dual**

*Fuente: (elaboración propia)*

El modelamiento de la estructura se realizó tomando en cuenta los ejes en la dirección "X" considerando la nomenclatura (1-1, 2-2 y 3-3 etc.) incluyendo placas en la dirección X, y para los ejes en la dirección "Y" se consideró (A-A, B-B, C-C y D-D), con las siguientes dimensiones:

- Eje A : 1.70x0.25 metros (P1)
- Eje B : 2.00x0.25 metros (P1)
- Eje C : 2.00x0.25 metros (P3)
- Eje D : 1.70x0.25 metros (P1)
- Eje 1 : 1.80x0.25 metros (P2)
- Eje 3 : 1.80x0.25 metros (P2)
- Eje 3 : 2.85x0.25 metros (P4)



**Figura 54: Vista en planta del sistema estructural dual**

*Fuente: (elaboración propia)*

## A. ANÁLISIS ESTÁTICO.

Para determinar las fuerzas cortantes o cortante basal, se logra utilizando la formula descrita en el reglamento nacional E.030:

**Tabla 33: Parámetros de diseño sísmico para sistema dual**

PARAMETROS SISMORRESISTENTES DE DISEÑO SISTEMA DUAL			
Factor de Zona	Se trata de una estructura ubicada en Juliaca	Zona 3	Z=0.35
Factor de Uso	Edificación Común	Tipo C	U=1.00
Factor de Amplificación del Suelo	Suelos Intermedios	Tipo S2	S=1.15
			Tp=0.60
Factor de Reducción de Fuerza Sísmica	Dirección X (Regular)	Pórticos	Rx=7.00
	Dirección Y (Regular)	Pórticos	Ry=7.00

Fuente: elaboración propia, (NTP E.030 Diseño Sismorresistente, 2018)

Siendo la fórmula para la determinación de la cortante basal.

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

Coeficiente basal:

- En la dirección "X" es:

$$\frac{ZxUxSxC}{R} = 0.185, \quad \text{Cortante X: } 0.185 \times \text{Peso Sísmico}$$

- En la dirección "Y" es:

$$\frac{ZyUySxC}{R} = 0.135, \quad \text{Cortante Y: } 0.135 \times \text{Peso Sísmico}$$

en la configuración del software se consideró los sismos en las dos direcciones ya sea para la dirección en "X" e "Y":

### Sismo en dirección X:

The dialog box is titled "Direction and Eccentricity" and "Factors". It contains the following settings:

- Direction and Eccentricity:**
  - X Dir
  - X Dir + Eccentricity
  - X Dir - Eccentricity
  - Y Dir
  - Y Dir + Eccentricity
  - Y Dir - Eccentricity
  - Ecc. Ratio (All Diaph.): 0.05
  - Overwrite Eccentricities: Overwrite...
- Factors:**
  - Base Shear Coefficient, C: 0.185
  - Building Height Exp., K: 1.14
- Story Range:**
  - Top Story: Story6
  - Bottom Story: Base

Buttons: OK, Cancel

**Figura 55: Sismo en la dirección en X, coeficiente de 0.185.**

*Fuente: (elaboración propia)*

### Sismo en dirección Y:

The dialog box is titled "Direction and Eccentricity" and "Factors". It contains the following settings:

- Direction and Eccentricity:**
  - X Dir
  - X Dir + Eccentricity
  - X Dir - Eccentricity
  - Y Dir
  - Y Dir + Eccentricity
  - Y Dir - Eccentricity
  - Ecc. Ratio (All Diaph.): 0.05
  - Overwrite Eccentricities: Overwrite...
- Factors:**
  - Base Shear Coefficient, C: 0.135
  - Building Height Exp., K: 1.07
- Story Range:**
  - Top Story: Story6
  - Bottom Story: Base

Buttons: OK, Cancel

**Figura 56: Sismo en la dirección en Y, coeficiente de 0.135.**

*Fuente: (elaboración propia)*

- **Verificación de las irregularidades.**
  - **Irregularidades estructurales en planta**
    - > **Irregularidad torsional**

**Tabla 34: Irregularidad torsional.**

IRREGULARIDAD TORSIONAL DUAL					
Story	Case/Combo	Direction	Max Drift (m)	Avg Drift (m)	Ratio
Story6	SDX Max	X	0.00242	0.002268	1.067
Story5	SDX Max	X	0.002645	0.00259	1.021
Story4	SDX Max	X	0.002901	0.002837	1.023
Story3	SDX Max	X	0.00306	0.002876	1.064
Story2	SDX Max	X	0.00294	0.002626	1.12
Story1	SDX Max	X	0.00215	0.001859	1.157
Story6	SDY Max	Y	0.00204	0.001637	1.246
Story5	SDY Max	Y	0.002407	0.001909	1.26
Story4	SDY Max	Y	0.00274	0.00215	1.275
Story3	SDY Max	Y	0.002878	0.002237	1.286
Story2	SDY Max	Y	0.002689	0.002077	1.294
Story1	SDY Max	Y	0.001847	0.001449	1.275

*Fuente: (elaboración propia)*

De la tabla anterior con referencia a la relación para determinar que **NO** es **IRREGULARIDAD TORSIONAL**, por ser menor a la relación de 1.3

**Tabla 35: Irregularidad torsional extrema**

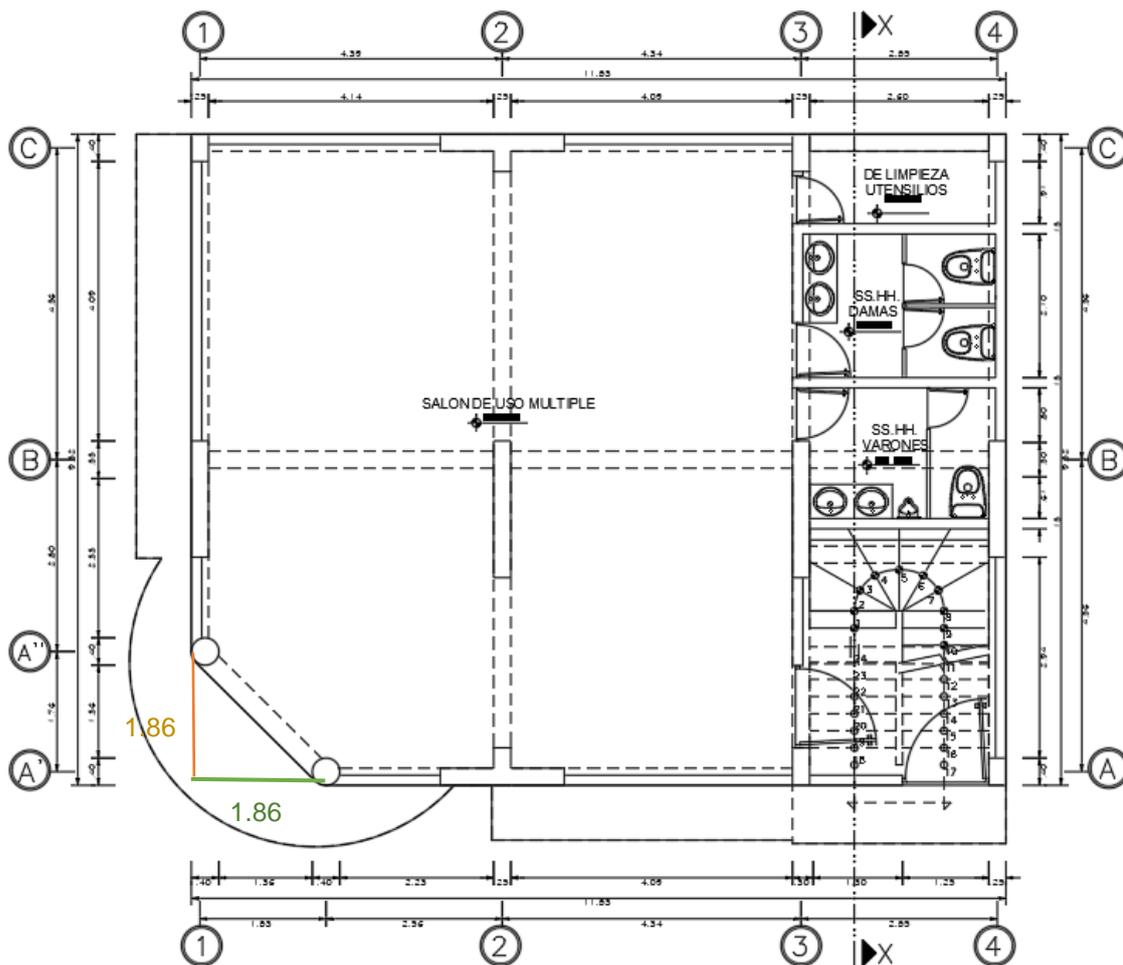
IRREGULARIDAD TORSIONAL DUAL					
Story	Case/Combo	Direction	Max Drift (m)	Avg Drift (m)	Ratio
Story6	SDX Max	X	0.00242	0.002268	1.067
Story5	SDX Max	X	0.002645	0.00259	1.021
Story4	SDX Max	X	0.002901	0.002837	1.023
Story3	SDX Max	X	0.00306	0.002876	1.064
Story2	SDX Max	X	0.00294	0.002626	1.12
Story1	SDX Max	X	0.00215	0.001859	1.157
Story6	SDY Max	Y	0.00204	0.001637	1.246
Story5	SDY Max	Y	0.002407	0.001909	1.26
Story4	SDY Max	Y	0.00274	0.00215	1.275
Story3	SDY Max	Y	0.002878	0.002237	1.286
Story2	SDY Max	Y	0.002689	0.002077	1.294
Story1	SDY Max	Y	0.001847	0.001449	1.275

*Fuente: (elaboración propia)*

Podemos apreciar que no presente **IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA** por ser menores de 1.5, respecto a la referencia de irregularidad torsional.

> **Irregularidad de esquinas entrantes**

Según (Gonzalo Herrera, y otros, 2008), las irregularidades arquitectónicas en planta y elevación requieren mayor cuidado es por eso que la norma recomienda un factor para las esquinas entrantes donde no debe existir una diferencia mayor del 20%.

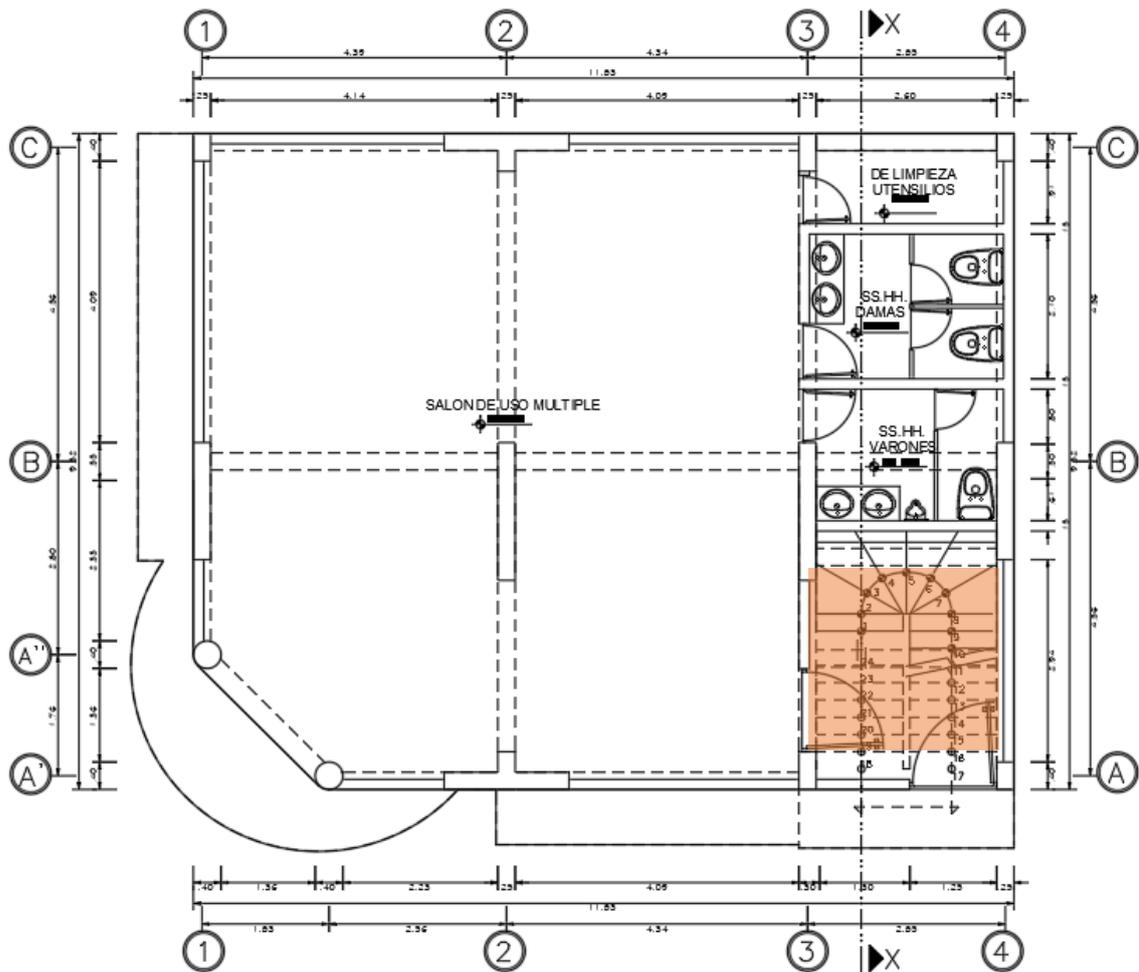


**Figura 57: Vista en planta de la irregularidad de esquinas entrantes.**

*Fuente: (elaboración propia)*

En el plano en planta podemos apreciar que **NO** presenta **IRREGULARIDAD DE ESQUINAS ENTRANTES**. En ninguna de las dos direcciones tal y como se resolvió en las expresiones de irregularidad de esquinas entrantes siendo valores menores 0.20 como indica la normativa.

> Irregularidad de discontinuidad de diafragma

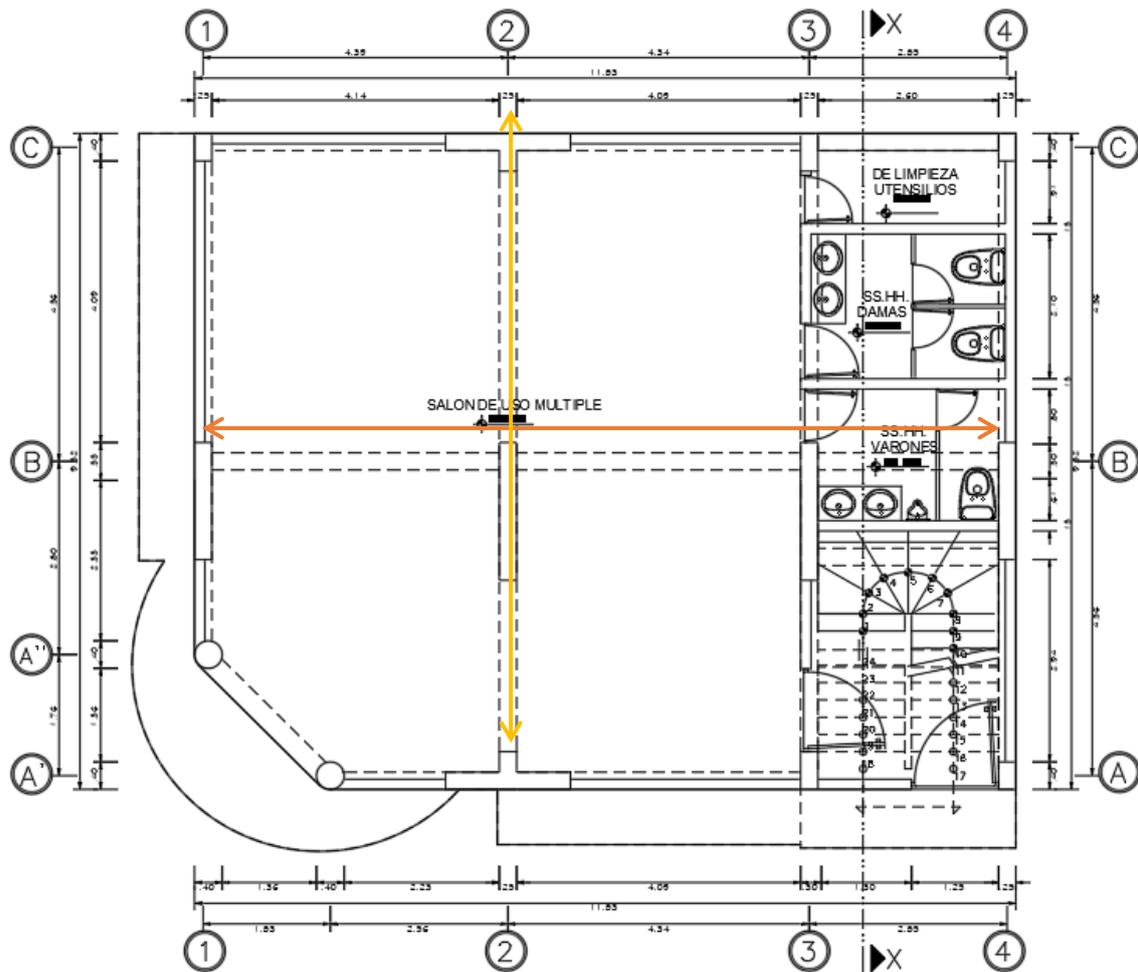


**Figura 58: Vista en planta de la Irregularidad de discontinuidad de diafragma**

*Fuente: (elaboración propia)*

Entonces Podemos apreciar que **NO** presenta irregularidad de **DISCONTINUIDAD DE DIAFRAGMA**, ya que no existe aberturas considerables en los diafragmas de la estructura.

> **Sistemas no paralelos**



**Figura 59: Vista en planta de irregularidad de sistemas no paralelos**

*Fuente: (elaboración propia)*

Podemos apreciar que no presenta irregularidad de **SISTEMAS NO PARALELOS**, y se puede notar que los elementos estructurales tienen una sola dirección.

- **Irregularidades estructurales en altura**
  - > **Irregularidad de rigidez – piso blando**

En la tabla podemos observar que no existe irregularidad por rigidez – piso blando.

**Tabla 36: Irregularidad de piso blando.**

IRREGULARIDAD DE PISO BLANDO - DUAL							
Story	Load Case	Shear X (tonf)	Stiff X (tonf/m)	Shear Y (tonf)	Stiff Y (tonf/m)	Rigidez superior	Rigidez 3 niveles
Story6	SEX	35.11	<b>12739</b>	0	<b>0</b>		
Story5	SEX	74.46	<b>23739</b>	0	<b>0</b>	ok!	ok!
Story4	SEX	105.63	<b>30831</b>	0	<b>0</b>	ok!	ok!
Story3	SEX	128.89	<b>37166</b>	0	<b>0</b>	ok!	ok!
Story2	SEX	144.54	<b>45772</b>	0	<b>0</b>	ok!	ok!
Story1	SEX	153.59	<b>68326</b>	0	<b>0</b>	ok!	ok!
Story6	SEY	0	<b>0</b>	24.90	<b>13514</b>		
Story5	SEY	0	<b>0</b>	53.13	<b>24872</b>	ok!	ok!
Story4	SEY	0	<b>0</b>	75.82	<b>31856</b>	ok!	ok!
Story3	SEY	0	<b>0</b>	93.06	<b>38045</b>	ok!	ok!
Story2	SEY	0	<b>0</b>	104.95	<b>44695</b>	ok!	ok!
Story1	SEY	0	<b>0</b>	112.08	<b>67057</b>	ok!	ok!

Fuente: (elaboración propia)

> **Irregularidad de masa o peso**

Se observa que no existe irregularidad de masa o peso de la estructura.

**Tabla 37: Irregularidad de masa.**

IRREGULARIDAD DE MASA								
Story	Mass X (tonf-s <sup>2</sup> /m)	Mass Y (tonf-s <sup>2</sup> /m)	XCM (m)	YCM (m)	Cum Mass X (tonf-s <sup>2</sup> /m)	Cum Mass Y (tonf-s <sup>2</sup> /m)	Rx<1.50	Ry<1.50
Story1	5.42282	5.42282	6.6212	4.3028	5.42282	5.42282		
Story2	4.91971	4.91971	6.4827	4.3102	4.91971	4.91971	ok!	ok!
Story3	4.91971	4.91971	6.4827	4.3102	4.91971	4.91971	ok!	ok!
Story4	4.91971	4.91971	6.4827	4.3102	4.91971	4.91971	ok!	ok!
Story5	4.91971	4.91971	6.4827	4.3102	4.91971	4.91971	ok!	ok!
Story6	3.72499	3.72499	6.1416	4.2407	3.72499	3.72499	ok!	ok!

Fuente: (elaboración propia)

> **Irregularidad de resistencia - piso débil**

Podemos apreciar que no presente irregularidad de resistencia

**Tabla 38: Irregularidad de piso débil**

IRREGULARIDAD DE PISO BLANDO - DUAL							
Story	Load Case	Shear X (tonf)	Stiff X (tonf/m)	Shear Y (tonf)	Stiff Y (tonf/m)	Rigidez superior	Rigidez 3 niveles
Story6	SEX	35.11	<b>12739</b>	0	<b>0</b>		
Story5	SEX	74.46	<b>23739</b>	0	<b>0</b>	ok!	ok!
Story4	SEX	105.63	<b>30831</b>	0	<b>0</b>	ok!	ok!
Story3	SEX	128.89	<b>37166</b>	0	<b>0</b>	ok!	ok!
Story2	SEX	144.54	<b>45772</b>	0	<b>0</b>	ok!	ok!
Story1	SEX	153.59	<b>68326</b>	0	<b>0</b>	ok!	ok!
Story6	SEY	0	<b>0</b>	24.90	<b>13514</b>		
Story5	SEY	0	<b>0</b>	53.13	<b>24872</b>	ok!	ok!
Story4	SEY	0	<b>0</b>	75.82	<b>31856</b>	ok!	ok!
Story3	SEY	0	<b>0</b>	93.06	<b>38045</b>	ok!	ok!
Story2	SEY	0	<b>0</b>	104.95	<b>44695</b>	ok!	ok!
Story1	SEY	0	<b>0</b>	112.08	<b>67057</b>	ok!	ok!

*Fuente: (elaboración propia)*

> **Irregularidad geométrica vertical**

Se considera que no existe irregularidad por geometría vertical en el caso de esta estructura.

- **Discontinuidad En Los Sistemas Resistentes**

La presente estructura se califica que **NO** presenta irregularidad de **DISCONTINUIDAD EN LOS SISTEMAS RESISTENTES**.

• **Espectro de respuesta.**

Los parámetros considerados para la evaluación del comportamiento sísmico son:

**Tabla 39: Zonificación sísmica**

<b>ZONIFICACIÓN SISMICA</b>	
Departamento:	<b>PUNO</b>
Provincia:	<b>SAN ROMAN</b>
Distrito:	<b>JULIACA</b>
Zonif. Sísmica:	<b>ZONA 3</b>
Factor de Zona:	<b>Z = 0.35</b>

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 40: Condiciones locales.**

<b>CONDICIONES LOCALES</b>	
Pefil de Suelo:	<b>S2</b>
Descripción:	<b>Suelos Intermedios: Arena Gruesa a Media, Suelo Cohesivo Compacto.</b>
Factor de Suelo:	<b>S = 1.15</b>
Período T <sub>p</sub> :	<b>TP = 0.60 Seg.</b>
Período T <sub>l</sub> :	<b>TL = 2.00 Seg.</b>

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 41: Categoría de la edificación.**

<b>CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN</b>	
Descripción:	<b>EDIFICACIONES COMUNES</b>
Tipo de Edif.:	<b>Viviendas</b>
Categoría:	<b>C</b>
Factor de Uso:	<b>U = 1.00</b>

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 42: Factor de amplificación sísmica**

FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SISMICA			
$T < T_p, \quad C = 2.5$		$T_p < T < T_L, \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right)$	
$T > T_L, \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$			
F.A.S. En X:	<b>Cx = 1.93</b>	F.A.S. En Y:	<b>Cy = 2.35</b>
kx	<b>kx = 1.14</b>	ky	<b>ky = 1.07</b>
<b>Z*U*S*Cx/Rx = 0.185</b>		<b>Z*U*S*Cy/Ry = 0.135</b>	

Fuente: (elaboración propia)

**Tabla 43: Sistema estructural en el eje X**

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN X			
Material:	<b>CONCRETO ARMADO</b>		
Sist. Estructural:	<b>dua</b>		
Coef. Reducción:	<b>Ro = 7.00</b>		
Irreg. en Altura:	<b>No Presenta Irregularidad</b>		
Irreg. en Planta:	<b>No Presenta Irregularidad</b>		
F. de Irregularidad:	<b>la = 1.00</b>	F. de Irregularidad:	<b>lp = 1.00</b>
Coef. Reducción:	<b>Rx = 7.00</b>	<b>(regular)</b>	

Fuente: (elaboración propia)

**Tabla 44: Sistema estructural en el eje Y**

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN Y			
Material:	<b>CONCRETO ARMADO</b>		
Sist. Estructural:	<b>dua</b>		
Coef. Reducción:	<b>Ro = 7.00</b>		
Irreg. en Altura:	<b>No Presenta Irregularidad</b>		
Irreg. en Planta:	<b>No Presenta Irregularidad</b>		
F. de Irregularidad:	<b>la = 1.00</b>	F. de Irregularidad:	<b>lp = 1.00</b>
Coef. Reducción:	<b>Rx = 7.00</b>	<b>(regular)</b>	

Fuente: (elaboración propia)

## B. ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL

Continuando con el capítulo, se realiza el análisis dinámico modal espectral, se emplea la fórmula definida en la norma E.030 artículo 4.6, para espectro de pseudo aceleración.

- **Modos de Vibración**

Se determinan mediante un análisis que considere las características de rigidez y distribución de la masa de una edificación, y se considera aquellos cuya masa por lo menos sean del 90% de la masa total del edificio, o deberá de tomarse los tres primeros modos.

- **Aceleración Espectral**

Entendemos por aceleración espectral es el medir la reacción de una estructura ante sollicitaciones sísmica o vibración del mismo, por lo tanto, se utiliza un espectro inelástico de pseudo aceleración expresado por la siguiente formula:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$$

Para la dirección en altura se utilizará 2/3 del valor del espectro horizontal.

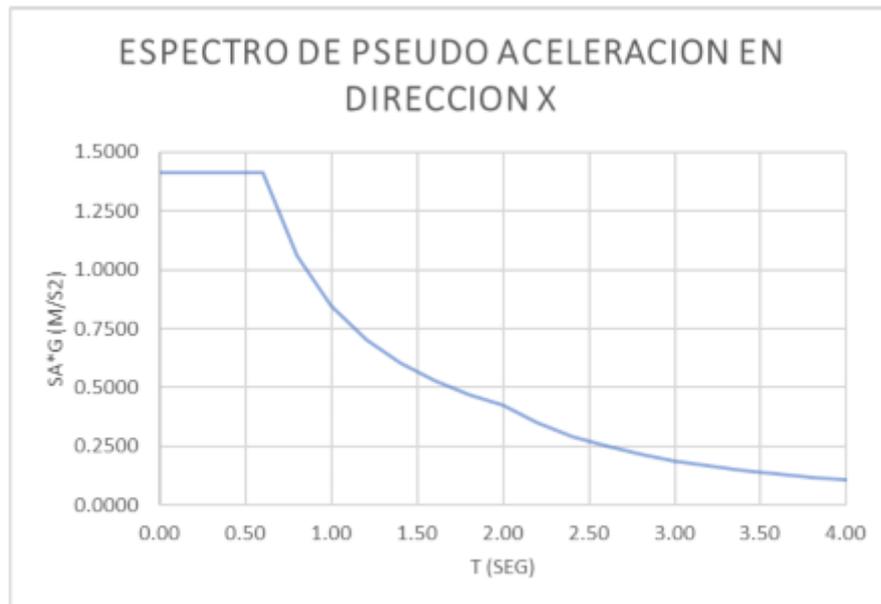
Se obtiene la siguiente tabla de pseudo - aceleración, para la dirección en X.

**Tabla 45: Espectro de pseudo aceleración en la dirección X, según norma**

T (seg.)	C	Sax*g
0.00	2.50	1.4102
0.20	2.50	1.4102
0.40	2.50	1.4102
0.60	2.50	1.4102
0.80	1.88	1.0576
1.00	1.50	0.8461
1.20	1.25	0.7051
1.40	1.07	0.6044
1.60	0.94	0.5288
1.80	0.83	0.4701
2.00	0.75	0.4231
2.20	0.62	0.3496
2.40	0.52	0.2938
2.60	0.44	0.2503
2.80	0.38	0.2158
3.00	0.33	0.1880
3.20	0.29	0.1653
3.40	0.26	0.1464
3.60	0.23	0.1306
3.80	0.21	0.1172
4.00	0.19	0.1058

Fuente: (elaboración propia)

Se obtiene el grafico de pseudo aceleración de la tabla anterior para la dirección en X.



**Figura 60: Espectro de pseudo aceleración en dirección X**

*Fuente: (elaboración propia)*

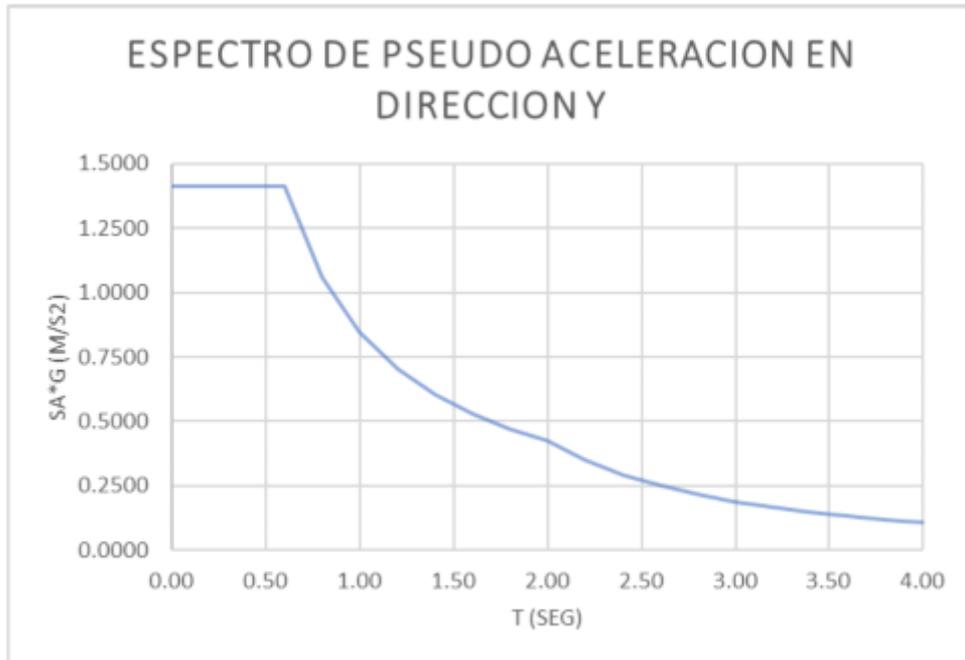
Se obtiene la siguiente tabla de pseudo - aceleración, para la dirección en Y.

**Tabla 46: Espectro de pseudo aceleración en la dirección Y, según norma**

T (seg.)	C	Say*g
0.00	2.50	1.4102
0.20	2.50	1.4102
0.40	2.50	1.4102
0.60	2.50	1.4102
0.80	1.88	1.0576
1.00	1.50	0.8461
1.20	1.25	0.7051
1.40	1.07	0.6044
1.60	0.94	0.5288
1.80	0.83	0.4701
2.00	0.75	0.4231
2.20	0.62	0.3496
2.40	0.52	0.2938
2.60	0.44	0.2503
2.80	0.38	0.2158
3.00	0.33	0.1880
3.20	0.29	0.1653
3.40	0.26	0.1464
3.60	0.23	0.1306
3.80	0.21	0.1172
4.00	0.19	0.1058

*Fuente: (elaboración propia)*

Se obtiene el grafico de pseudo aceleración de la tabla anterior para la dirección en Y.



**Figura 61: Espectro de pseudo aceleración en dirección Y**

*Fuente: (elaboración propia)*

#### - **CORTANTE EN LA BASE MODELO**

Continuando con el análisis se realizó con el análisis de las cortantes para poder realizar la comparación entre las cortantes estáticas y dinámicas, considerando las dos direcciones ya sea en los ejes "X" e "Y".

Obteniendo diferentes cortantes en la base del modelo, siendo la cortante basal estático mayor a la cortante basal del espectro dinámico, por lo tanto, se debe realizar una escala para poder considera el 80% para estructuras regulares y el 90% para estructuras irregulares, en el caso del sistema estructural dual, se consideró realizar el escalado del sismo dinámico al 80% del sismo estático en la dirección en ambas direcciones por tratarse de estructuras regulares.

**Tabla 47: Factor de escala del sismo dinámico a sismo estático**

CORTANTE EN LA BASE						
	Vest	Vdin	FACTOR DE ESCALA	SISMO ESTATICO AL FACTOR	FACTOR A ESCALAR	NUEVA Vdin
Sx	153.5897	91.4034	80%	122.8718	1.3443	122.8736
Sy	112.0789	87.8699	80%	89.6631	1.0205	89.6712

Fuente: (elaboración propia)

Por lo tanto, se utilizará el factor de escala para el sismo en dirección en X se considera 1.3443 y 0.6667 para el factor de altura.

General

Load Case Name:  Design...

Load Case Type: Response Spectrum Notes...

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E030-DUAL	1.3443
Acceleration	U3	E030-DUAL	0.6667

Add Delete

Advanced

**Figura 62: Factor de escala sismo en dirección X**

Fuente: (elaboración propia)

Por lo tanto, se utilizará el factor de escala para el sismo en dirección en Y se considera 1.0205 y 0.6667 para factor de altura.

General

Load Case Name:  Design...

Load Case Type: Response Spectrum Notes...

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	E030-DUAL	1.0205
Acceleration	U3	E030-DUAL	0.6667

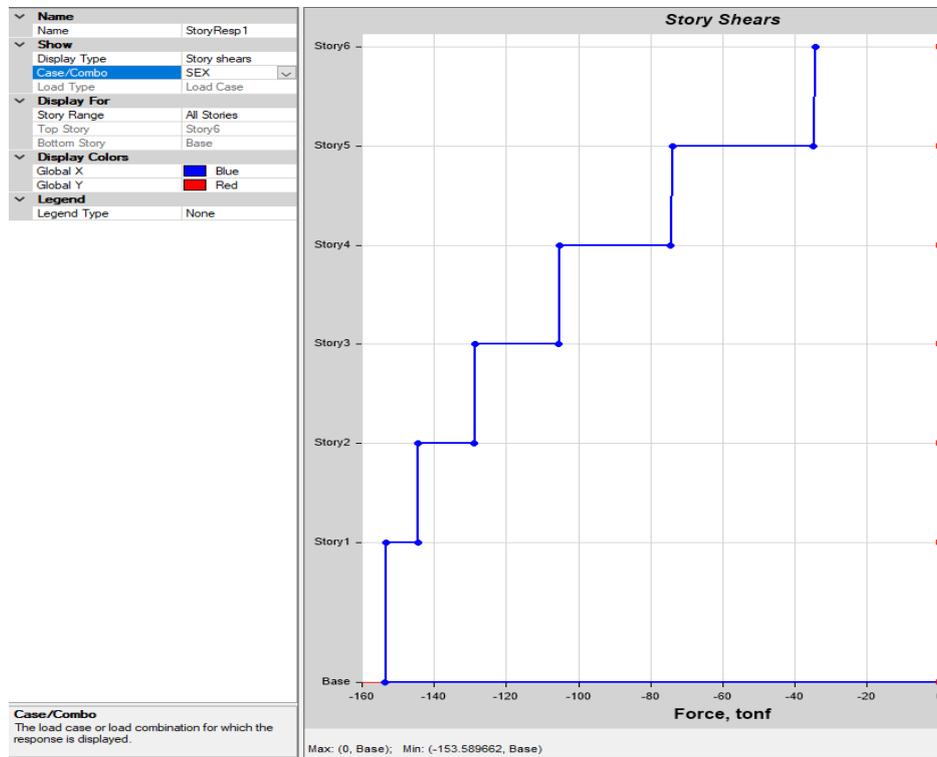
Add Delete

Advanced

**Figura 63: Factor de escala sismo en dirección Y**

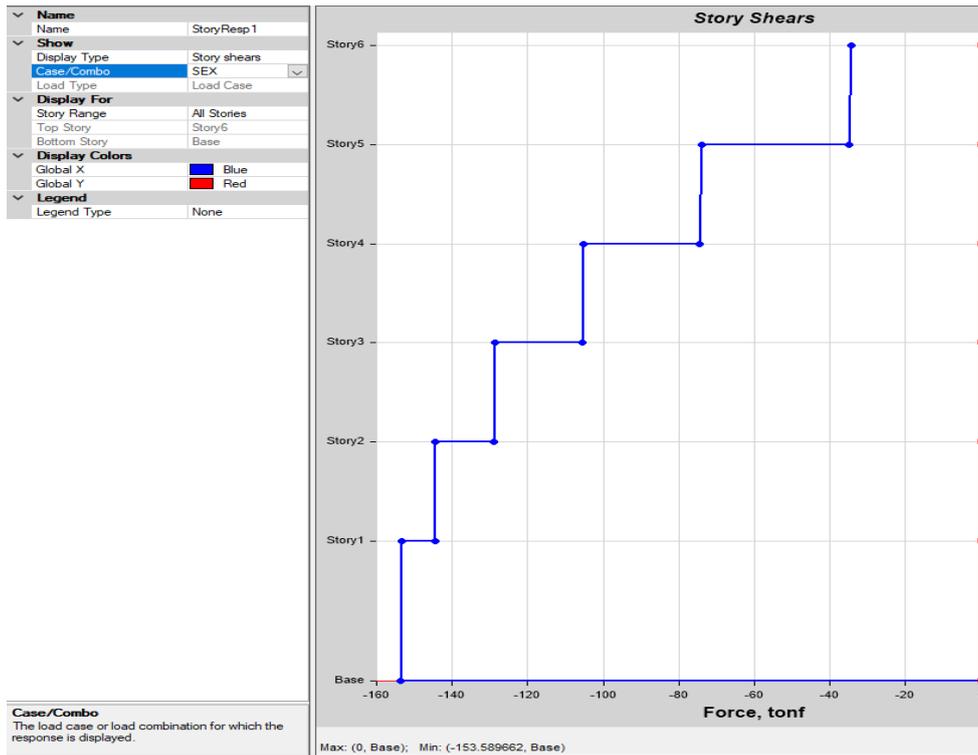
Fuente: (elaboración propia)

de esta manera podemos obtener las tablas y gráficos de las cortantes basales estáticos y dinámicos para la aplicación en el análisis de diseño por desempeño sísmico.



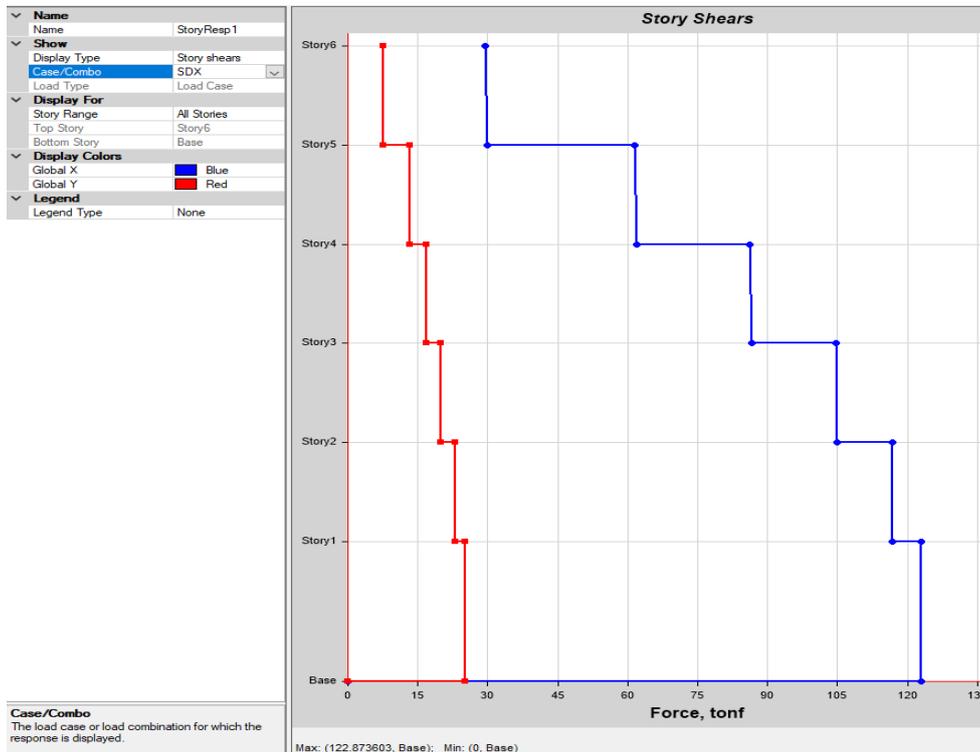
**Figura 64: Cortante basal por sismo estático, en dirección en X.**

*Fuente: (elaboración propia)*



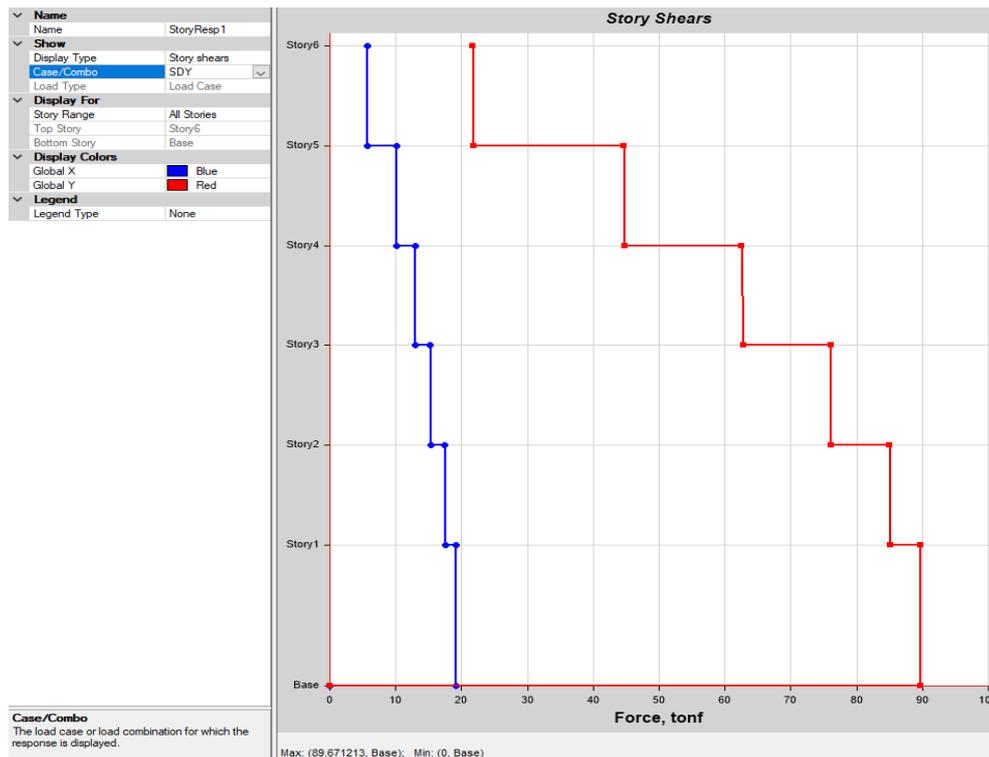
**Figura 65: Cortante basal por sismo estático, en dirección en Y.**

Fuente: (elaboración propia)



**Figura 66: Cortante basal por sismo dinámico, en dirección en X.**

Fuente: (elaboración propia)



**Figura 67: Cortante basal por sismo dinámico, en dirección en Y.**

*Fuente: (elaboración propia)*

En resumen, se extrae la tabla a continuación de las cortantes en las bases de los análisis estáticos y dinámicos, con la aplicación del escalado a la fuerza cortante mínima en la base.

**Tabla 48: Cortante en la base, estático y dinámico**

CORTANTE EN LA BASE			
	Vest	Vdin	factor
<b>Sx</b>	-153.5897	122.8736	80%
<b>Sy</b>	-112.0789	89.6712	80%

*Fuente: (elaboración propia)*

## - MODOS DE VIBRACIÓN Y PERIODOS

El periodo es de 0.4810 segundos para la dirección X y 0.4810 segundos para la dirección en Y, para la estructura.

**Tabla 49: Modos de vibración del modelado.**

RATIOS DE MASAS DE PARTICIPACION MODAL						
Case	Mode	Period (seg)	UX	UY	UZ	SumUX
Modal	1	0.4810	0.2474	0.4858	0	0.2474
Modal	2	0.4670	0.5197	0.2449	0	0.7671
Modal	3	0.3480	0.0018	0.0470	0	0.7689
Modal	4	0.1320	0.0572	0.0687	0	0.8260
Modal	5	0.1220	0.0791	0.0698	0	0.9051
Modal	6	0.0910	0.0182	0.0080	0	0.9233
Modal	7	0.0630	0.0253	0.0092	0	0.9486
Modal	8	0.0560	0.0105	0.0341	0	0.9592
Modal	9	0.0410	0.0119	0.0014	0	0.9711
Modal	10	0.0380	0.0116	0.0015	0	0.9827
Modal	11	0.0330	0.0019	0.0175	0	0.9846
Modal	12	0.0250	0.0070	0.0005	0	0.9917

*Fuente: (elaboración propia)*

#### - DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS

Con el cálculo realizado en el programa se obtienen las distorsiones para la edificación teniendo que:

Para la dirección X se obtiene un valor de 0.0060 en el nivel 3, aplicando un sismo en la dirección en X, siendo menor a la permisible.

Para la dirección en Y obtenemos un valor de 0.0056 en el nivel 3, aplicando un sismo en la dirección Y, siendo también menor a la permisible en la norma.

**Tabla 50: Distorsiones relativas de pisos en el sistema dual.**

DISTORSIONES VIVIENDA COMERCIO					
Story	Load Case	Direction	Drift	Drift X	Drift Y
Story6	SDX Max	X	0.00079	0.0047	
Story6	SDX Max	Y	0.00022		0.0013
Story6	SDY Max	X	0.00019	0.0011	
Story6	SDY Max	Y	0.00067		0.0040
Story5	SDX Max	X	0.00086	0.0051	
Story5	SDX Max	Y	0.00024		0.0014
Story5	SDY Max	X	0.00021	0.0013	
Story5	SDY Max	Y	0.00079		0.0047
Story4	SDX Max	X	0.00095	0.0056	
Story4	SDX Max	Y	0.00026		0.0016
Story4	SDY Max	X	0.00025	0.0015	
Story4	SDY Max	Y	0.00090		0.0053
Story3	SDX Max	X	0.00100	<b>0.0060</b>	
Story3	SDX Max	Y	0.00028		0.0017
Story3	SDY Max	X	0.00028	0.0016	
Story3	SDY Max	Y	0.00094		<b>0.0056</b>
Story2	SDX Max	X	0.00096	0.0057	
Story2	SDX Max	Y	0.00029		0.0017
Story2	SDY Max	X	0.00028	0.0017	
Story2	SDY Max	Y	0.00088		0.0052
Story1	SDX Max	X	0.00050	0.0030	
Story1	SDX Max	Y	0.00015		0.0009
Story1	SDY Max	X	0.00013	0.0008	
Story1	SDY Max	Y	0.00043		0.0025

Fuente: (elaboración propia)

por lo tanto, podemos decir que, en la dirección en X, con derivadas menores a 0.007 **CUMPLE**, y para la dirección en Y, con derivadas mayor a 0.007 **CUMPLE**.

**Tabla 51: Máximas distorsiones.**

Drif <sub>max</sub> X	Drif <sub>max</sub> Y
<b>0.0060</b>	<b>0.0056</b>
<b>0.0070</b>	<b>0.0070</b>
<b>Ok!</b>	<b>Ok!</b>

Fuente: (elaboración propia)

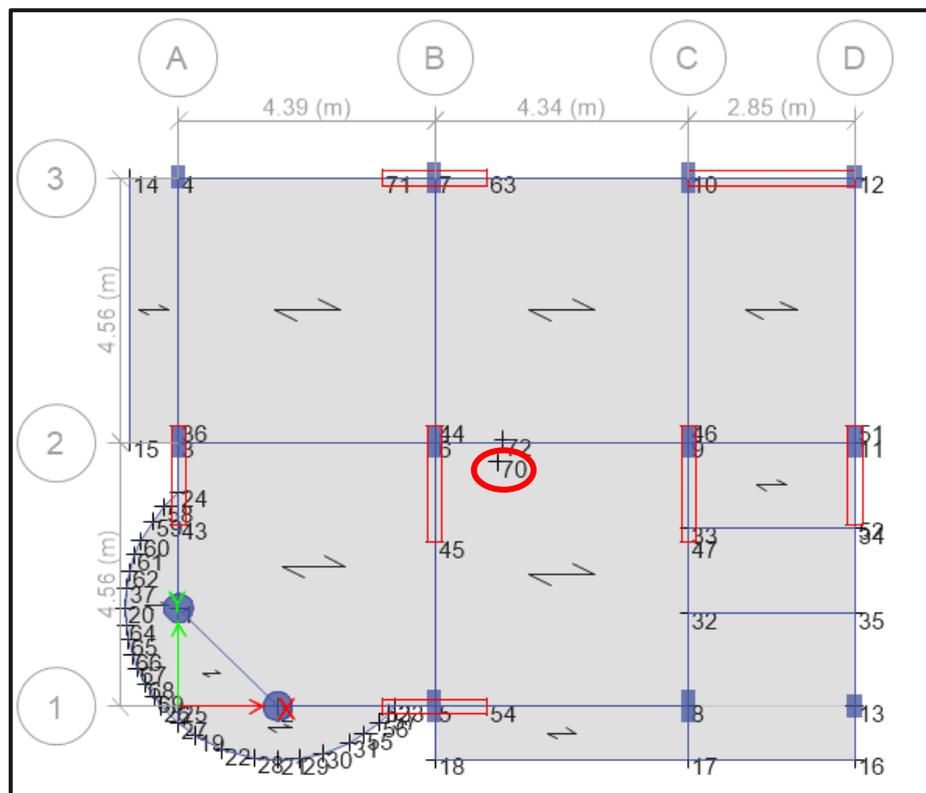
### C. ANÁLISIS POR EL MÉTODO DE DESEMPEÑO

En este análisis se parte del modelo diseñado en ETABS, para los análisis anteriores y se evalúa el edificio para determinar la respuesta de dicha estructura ante distintas acciones sísmicas, conociéndose así la capacidad total de la estructura, representada en una curva de capacidad, para finalmente obtener el punto de desempeño, logrando así conocer la respuesta sísmica del edificio, de acuerdo a los parámetros establecidos en nuestra normativa.

Se realiza el ingreso de acero utilizado en vigas y columnas, punto o nodo de control, ubicado en el último nivel, además también se definió los casos de carga que hacen posible realizar el análisis estático no lineal (pushover) repitiendo el proceso realizado en el análisis estático no lineal del sistema estructural aporticado.

- **Nudo de control**

Este se define de manera previa al ingreso de casos de carga, para ello realizaremos el mismo procedimiento que en el sistema aporticado.

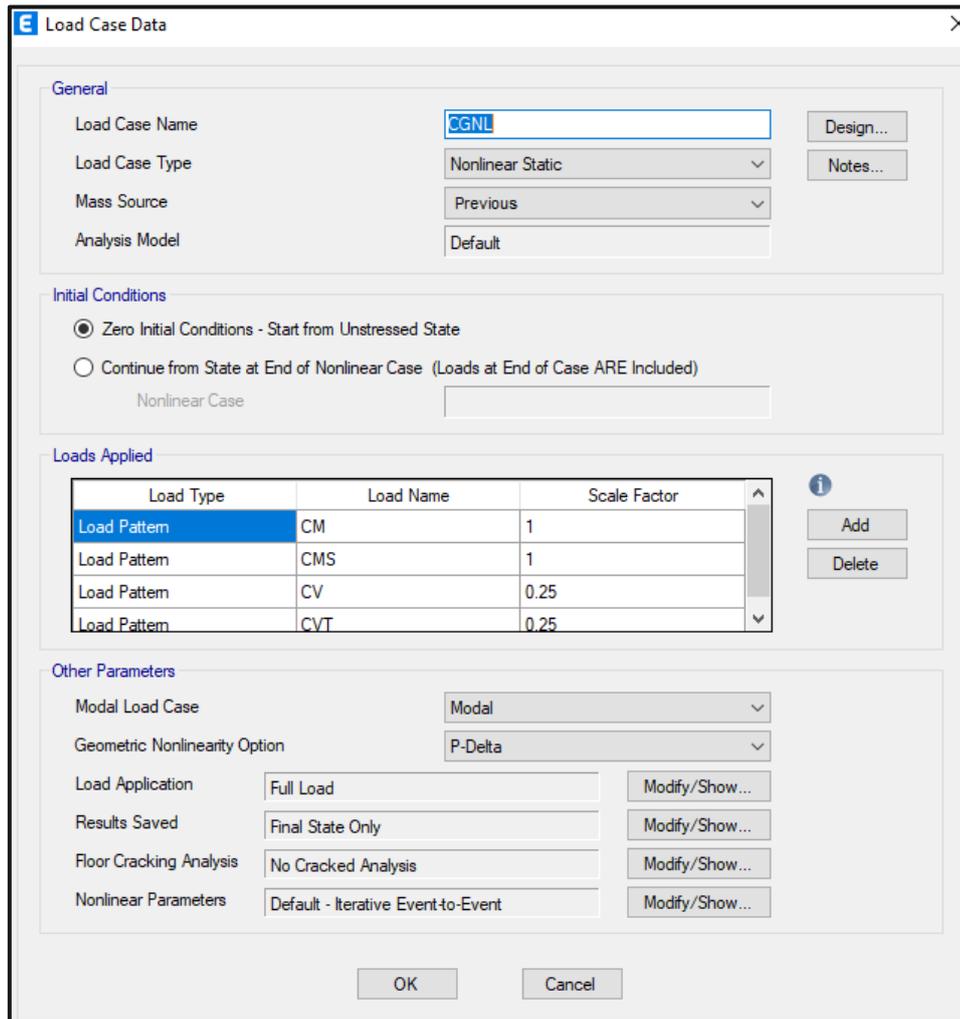


**Figura 68: Nodo de control**

Fuente: (elaboración propia)

- **Casos de Carga y Distribución de carga Pseudo Lateral**

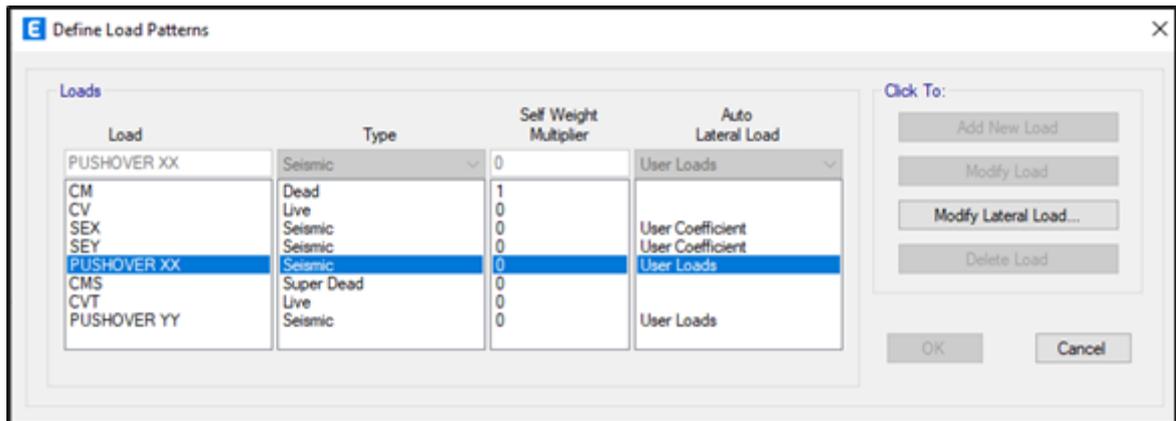
A continuación, se procedió a crear, para este estudio, dos casos de carga que nos harán factible desarrollar el análisis estático no lineal (pushover), para ello se definió en primer lugar un caso de carga de gravedad no lineal (CGNL), para lo cual se consideró lo establecido por la normativa E-030 (100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva).



**Figura 69: Carga pseudo lateral.**

*Fuente: (elaboración propia)*

Luego se determina el segundo caso, análisis estático no lineal de carga Pushover para cada dirección X e Y, que considera las fuerzas laterales tal como se indicó anteriormente y se definen patrones de carga para cada dirección:



**Figura 70: Patrones de carga pushover**

*Fuente: (elaboración propia)*

Para ello utilizaremos la distribución verticales carga Pseudo Lateral tal como se muestra a continuación:

**Tabla 52: Distribución vertical de carga pseudo lateral**

Piso	Pi	Hi	$P_i \cdot H_i x^k$	$P_i \cdot H_i y^k$	Fx	Fy
6	93.60	19.62	5099.88	3539.91	41.07 Ton	23.54 Ton
5	115.83	16.56	5001.72	3542.45	40.28 Ton	23.55 Ton
4	115.83	13.50	3862.51	2802.70	31.10 Ton	18.63 Ton
3	115.83	10.44	2792.97	2089.17	22.49 Ton	13.89 Ton
2	115.83	7.38	1807.35	1408.22	14.55 Ton	9.36 Ton
1	131.96	4.32	1080.12	895.69	8.70 Ton	5.96 Ton
	688.88		19644.53	14278.14		

*Fuente: (elaboración propia)*

A continuación, ingresamos las fuerzas actuantes iniciales para cada patrón de carga en X e Y, las cuales irán incrementando hasta la generación de la rotulas plástica en cada elemento estructural.

User Seismic Loads on Diaphragms

Number of Load Sets: 1

Load Set 1 of 1

Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-m
Story6	D6	41.07	0	0
Story5	D5	40.28	0	0
Story4	D4	31.1	0	0
Story3	D3	22.49	0	0
Story2	D2	14.55	0	0
Story1	D1	8.7	0	0

1

Apply Load at Diaphragm Center of Mass

Additional Eccentricity Ratio (all Diaphragms): 0.05

Sort Rows Add Row Delete Row(s)

OK Cancel

**Figura 71: Fuerzas iniciales para el análisis pushover "X"**

Fuente: (elaboración propia)

User Seismic Loads on Diaphragms

Number of Load Sets: 1

Load Set 1 of 1

Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-m
Story6	D6	0	23.54	0
Story5	D5	0	23.55	0
Story4	D4	0	18.63	0
Story3	D3	0	13.89	0
Story2	D2	0	9.36	0
Story1	D1	0	5.96	0

1

Apply Load at Diaphragm Center of Mass

Additional Eccentricity Ratio (all Diaphragms): 0.05

Sort Rows Add Row Delete Row(s)

OK Cancel

**Figura 72: Fuerzas iniciales para el análisis pushover "Y"**

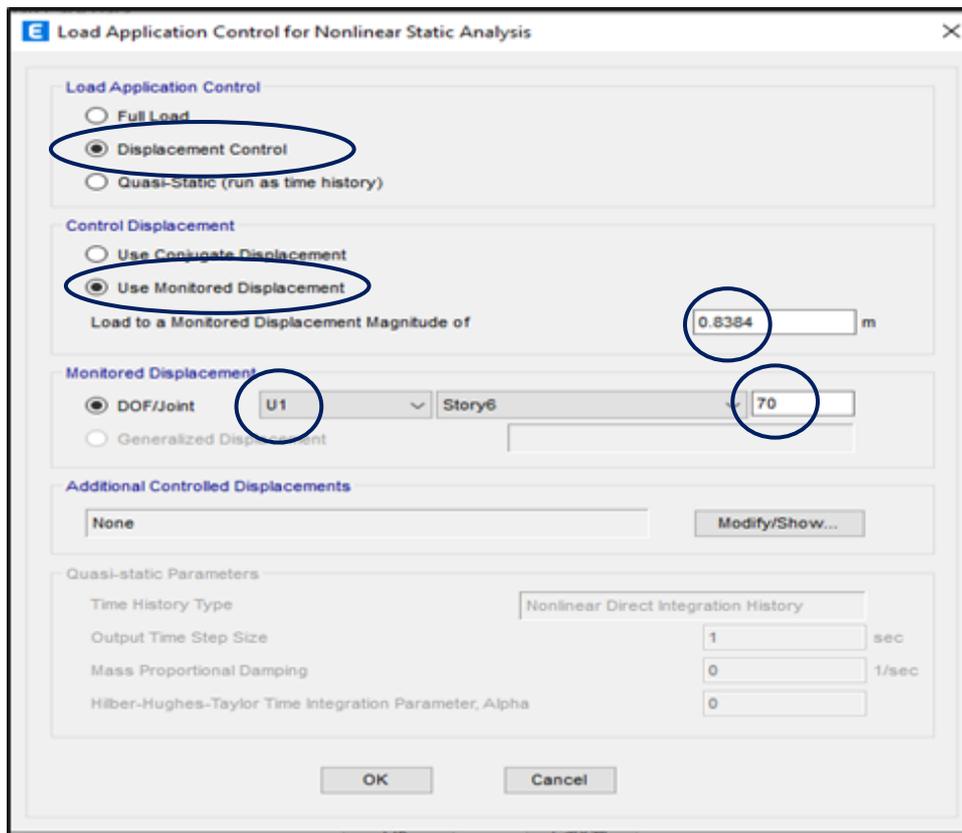
Fuente: (elaboración propia)

Posteriormente se modifica la aplicación de carga, considerando lo establecido en la norma FEMA-440, donde señala que una determinada estructura, en el rango inelástico, deberá de deformarse un 4% de la altura total de la estructura, por consiguiente, se consideró la siguiente deformación:

$$\text{DEFORMACIÓN} = 0.04 * \text{Altura total de la estructura}$$

$$\text{DEFORMACIÓN} = 0.04 * 20.96 \text{ m}$$

$$\text{DEFORMACIÓN} = 0.8384 \text{ m.}$$



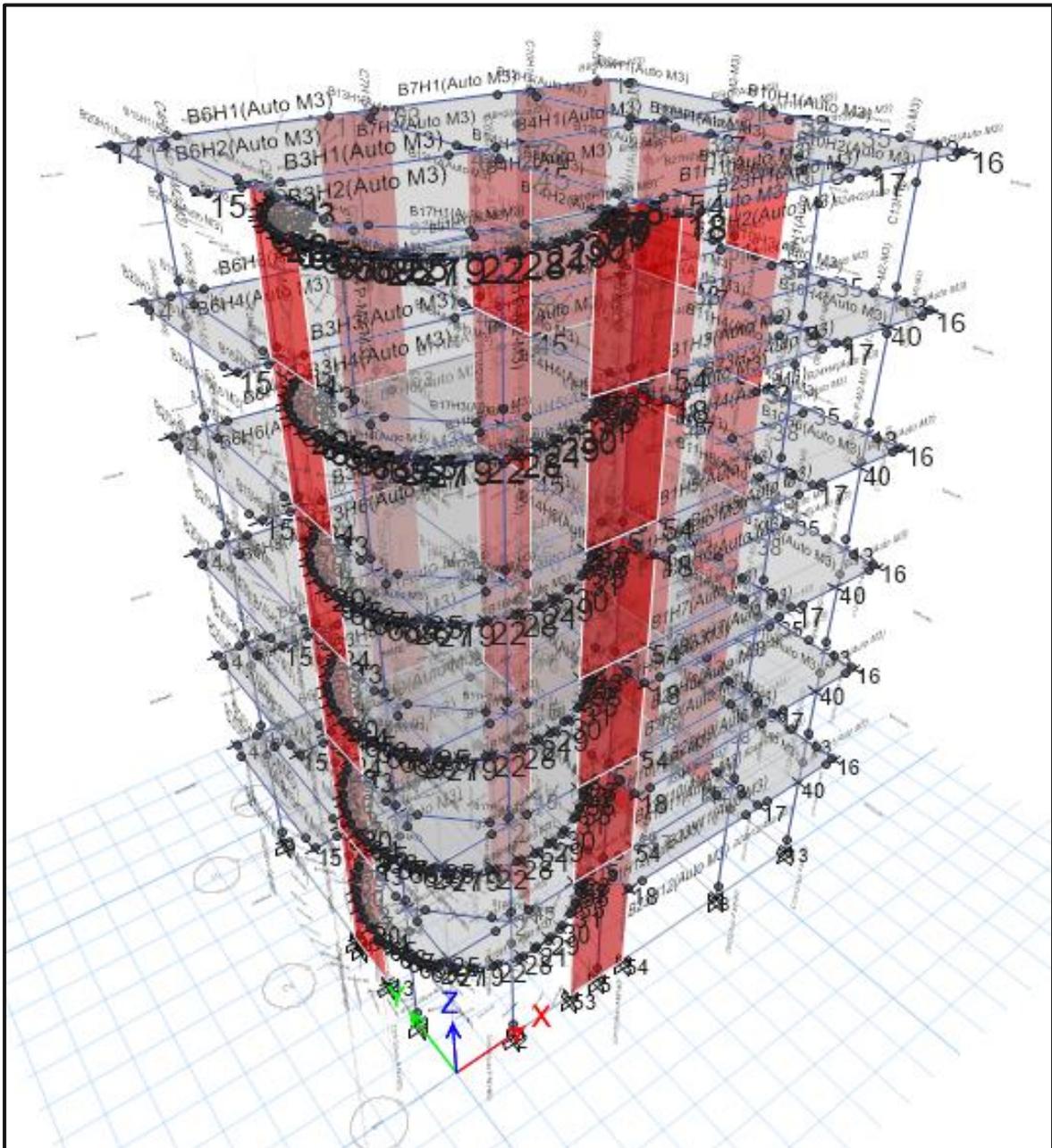
**Figura 73: Configuración de la aplicación de carga para el AENL – Sistema dual**

*Fuente: (elaboración propia)*

- **Mecanismos de Rotulas plásticas**

Este proceso es indispensable para este tipo de análisis, en ese sentido se designaron rotulas plásticas a cada elemento estructural que compone el edificio

como son columnas, vigas, y placas para ello en primer lugar se debe de seleccionar cada elemento estructura de acuerdo al tipo que representa y luego:

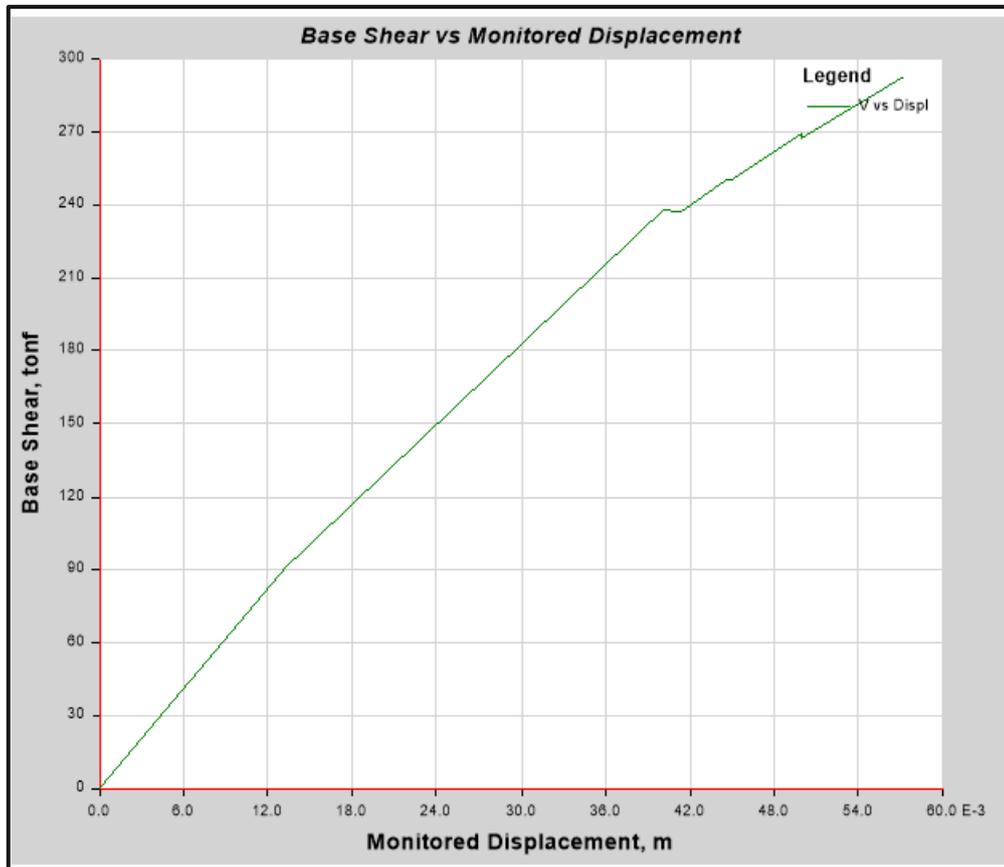


**Figura 74: Asignación de rotulas plásticas**

*Fuente: (elaboración propia)*

- **Curva de Capacidad.**

La curva de capacidad enseña la relación de la fuerza cortante en base vs el desplazamiento en la parte más elevada y/o tope de la estructura, para ello se analizó estructura en ambas direcciones X e Y, obteniendo:



**Figura 75: Curva de capacidad en la dirección X**

*Fuente: (elaboración propia)*

De la curva de capacidad para la dirección “X” obtenida se puede identificar directamente los siguientes puntos de interés:

**Tabla 53: Puntos de interés**

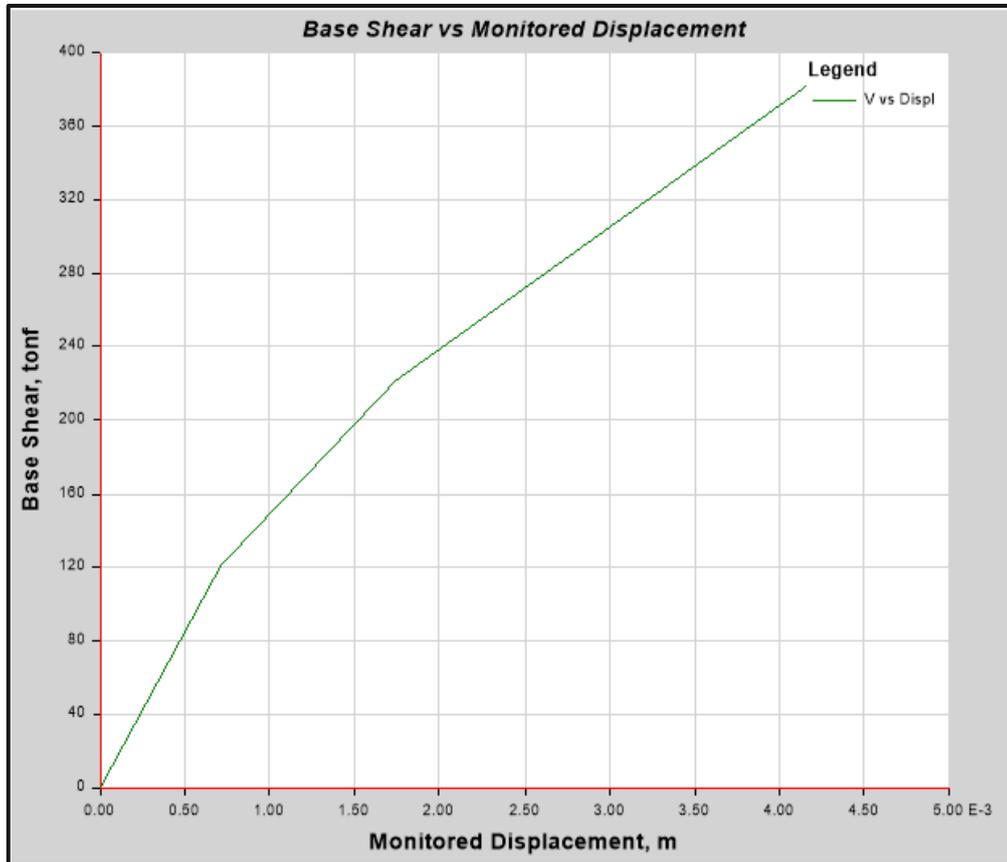
PUNTOS DE INTERÉS	V (tonf)	D (m)
Primera Rotula	90.4511	0.01318
Colapso	292.6686	0.057138

*Fuente: (elaboración propia)*

A continuación, se puede calcular la ductilidad respecto a la primera rotula.

Ductilidad del Sistema, respecto a la primera rotula:

$$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y} = \frac{0.057138}{0.01318} = 4.3352$$



**Figura 76: Curva de capacidad en la dirección “Y”**

*Fuente: (elaboración propia)*

De la curva de capacidad para la dirección “Y” obtenida se puede identificar directamente los siguientes puntos de interés:

**Tabla 54: Puntos de interés**

PUNTOS DE INTERÉS	V (tonf)	D (m)
Primera Rotula	120.6645	0.000708
Colapso	416.2342	0.005039

*Fuente: (elaboración propia)*

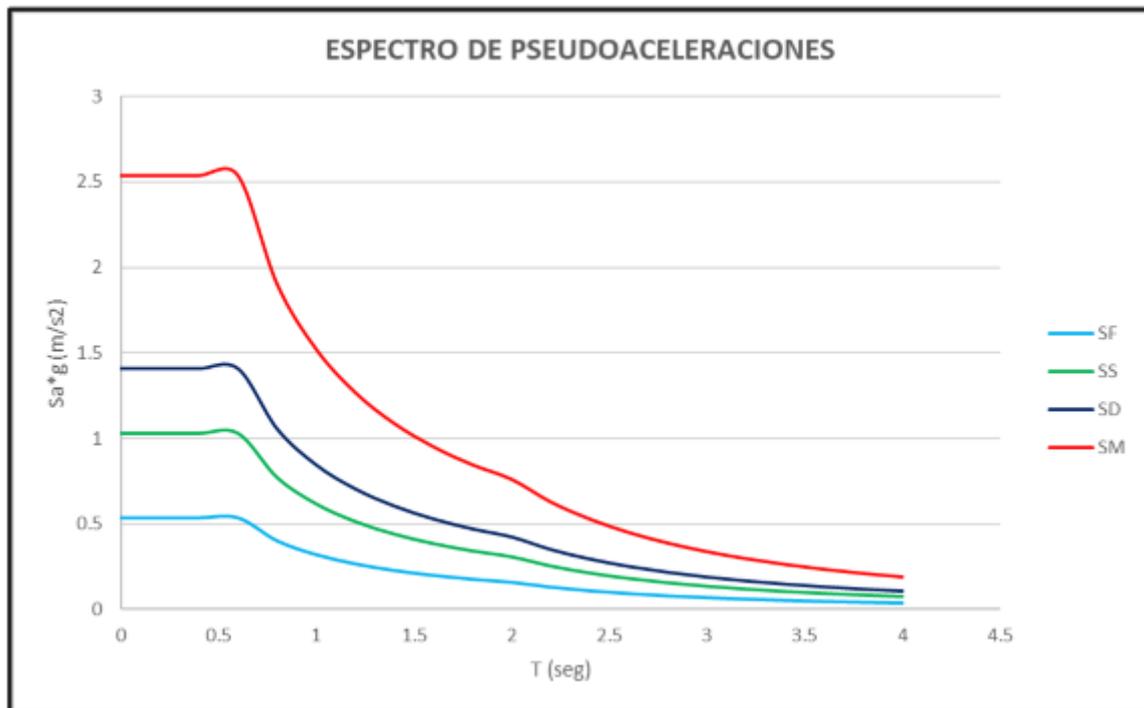
A continuación, se puede calcular la ductilidad respecto a la primera rotula.

Ductilidad del Sistema, respecto a la primera rotula:

$$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y} = \frac{0.005039}{0.000708} = 7.1172$$

- **Espectro de Demanda**

El espectro de demanda base es obtenido de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma E-030, a partir del cual se obtienen los demás espectros de demanda, en la siguiente figura se muestran los espectros de demanda en un solo grafico



**Figura 77: Espectro de pseudoaceleraciones – sistema dual**

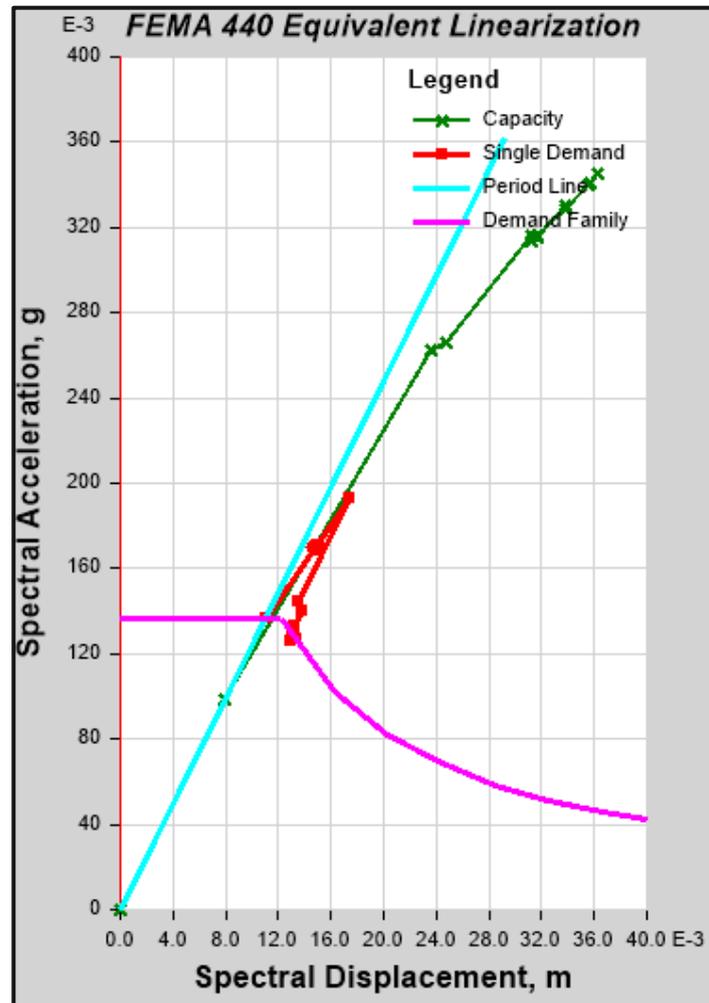
*Fuente: (elaboración propia)*

Donde:

- SF: Sismo Frecuente
- SS: Sismo Servicio (Ocasional)
- SD: Sismo de Diseño (Raro)
- SM: Sismo Máximo (Muy Raro)

- Obtención del Punto de Desempeño.

**PUNTO DE DESEMPEÑO - SISMO FRECUENTE (DIRECCIÓN "X" E "Y"):**



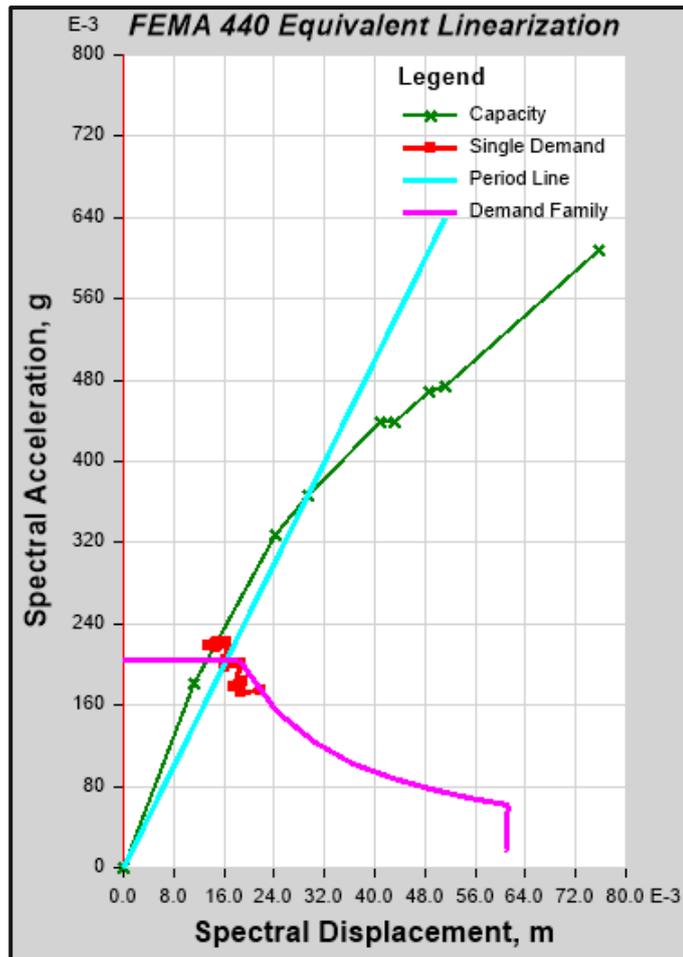
**Figura 78: Ubicación del Punto de Desempeño de sismo frecuente en la dirección "X".**

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 55: Punto de desempeño sismo frecuente, dirección X.**

<b>PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO FRECUENTE DIRECCIÓN "X"</b>	
<b>Cortante (ton)</b>	151.6299
<b>Desplazamiento (m)</b>	0.024189
<b>Sa (g)</b>	0.169798
<b>Sd (m)</b>	0.014761

*Fuente: (elaboración propia)*



**Figura 79: Ubicación del punto de desempeño de sismo frecuente en la dirección “Y”**

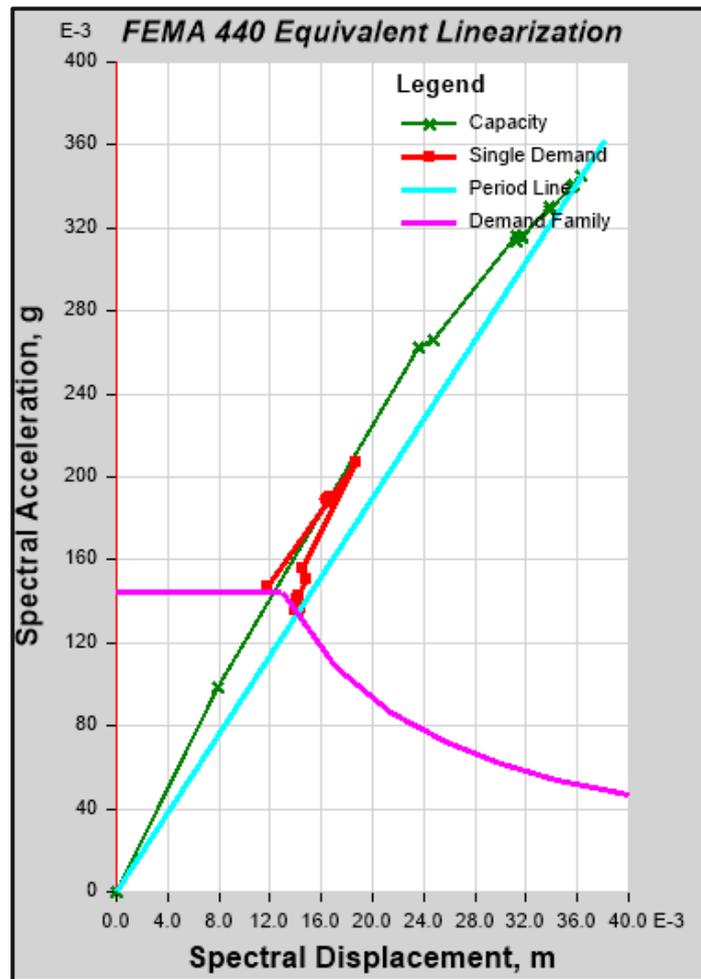
Fuente: (elaboración propia)

**Tabla 56: Punto de desempeño sismo frecuente dirección Y.**

<b>PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO FRECUENTE DIRECCIÓN “Y”</b>	
<b>Cortante (ton)</b>	146.9053
<b>Desplazamiento (m)</b>	0.000978
<b>Sa (g)</b>	0.21986
<b>Sd (m)</b>	0.014589

Fuente: (elaboración propia)

**PUNTO DE DESEMPEÑO - SISMO DE SERVICIO - OCASIONAL  
(DIRECCIÓN "X" E "Y"):**



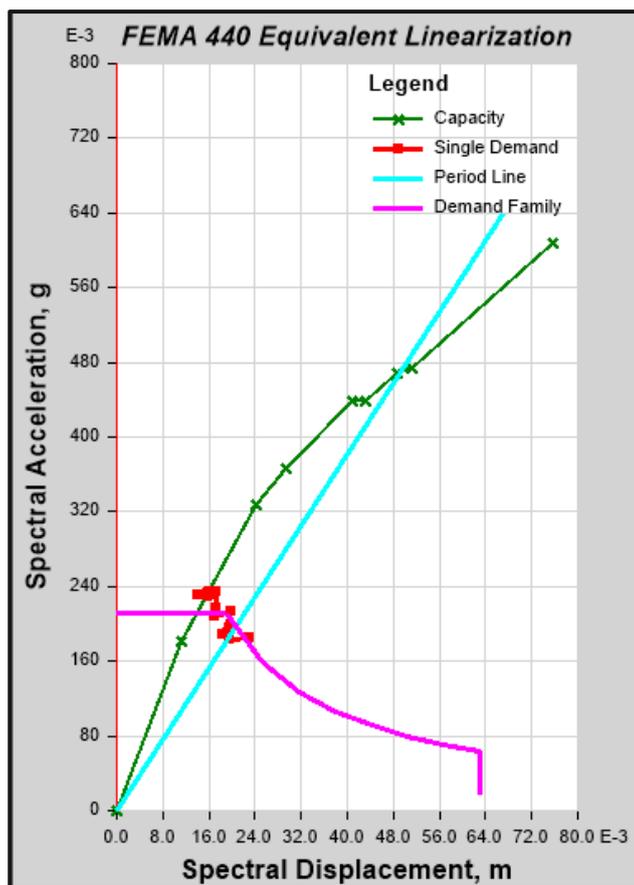
**Figura 80: Ubicación del punto de desempeño de sismo ocasional en dirección X.**

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 57: Punto de desempeño sismo ocasional dirección X.**

<b>PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO OCASIONAL DIRECCIÓN "X"</b>	
<b>Cortante (ton)</b>	168.3666
<b>Desplazamiento (m)</b>	0.0272
<b>Sa (g)</b>	0.189217
<b>Sd (m)</b>	0.016618

*Fuente: (elaboración propia)*



**Figura 81: Ubicación del punto de desempeño de sismo ocasional en dirección Y.**

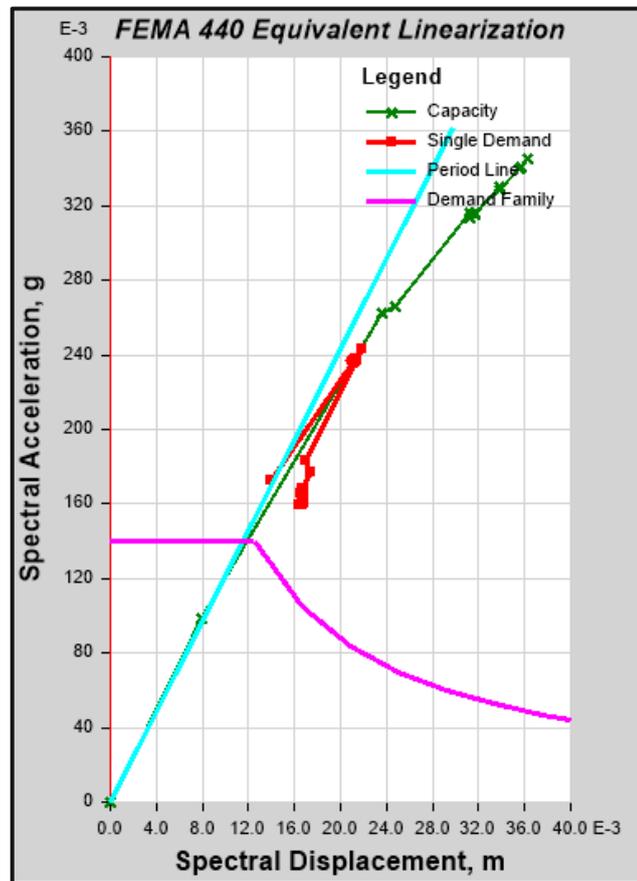
*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 58: Punto de desempeño sismo ocasional dirección Y.**

<b>PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO OCASIONAL DIRECCIÓN “Y”</b>	
<b>Cortante (ton)</b>	155.7197
<b>Desplazamiento (m)</b>	0.001068
<b>Sa (g)</b>	0.232635
<b>Sd (m)</b>	0.015731

*Fuente: (elaboración propia)*

**PUNTO DE DESEMPEÑO - SISMO DE DISEÑO - RARO (DIRECCIÓN “X” E “Y”):**



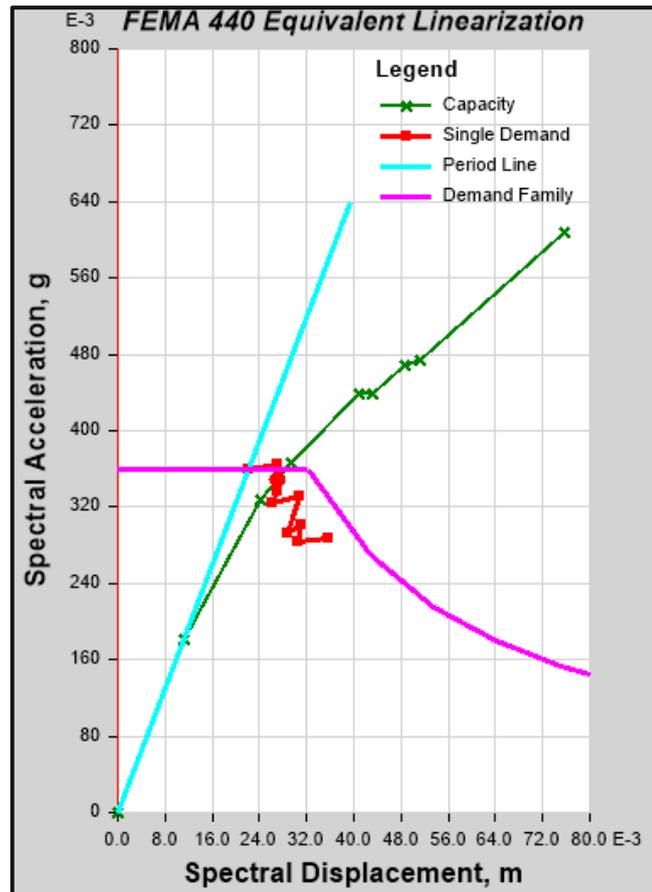
**Figura 82: Ubicación del punto de desempeño de sismo de diseño en dirección X.**

Fuente: (elaboración propia)

**Tabla 59: Punto de desempeño sismo de diseño dirección X.**

<b>PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO RARO DIRECCIÓN “X”</b>	
<b>Cortante (ton)</b>	209.8046
<b>Desplazamiento (m)</b>	0.034657
<b>Sa (g)</b>	0.237295
<b>Sd (m)</b>	0.021215

Fuente: (elaboración propia)



**Figura 83: Ubicación del punto de desempeño de sismo de diseño en dirección Y.**

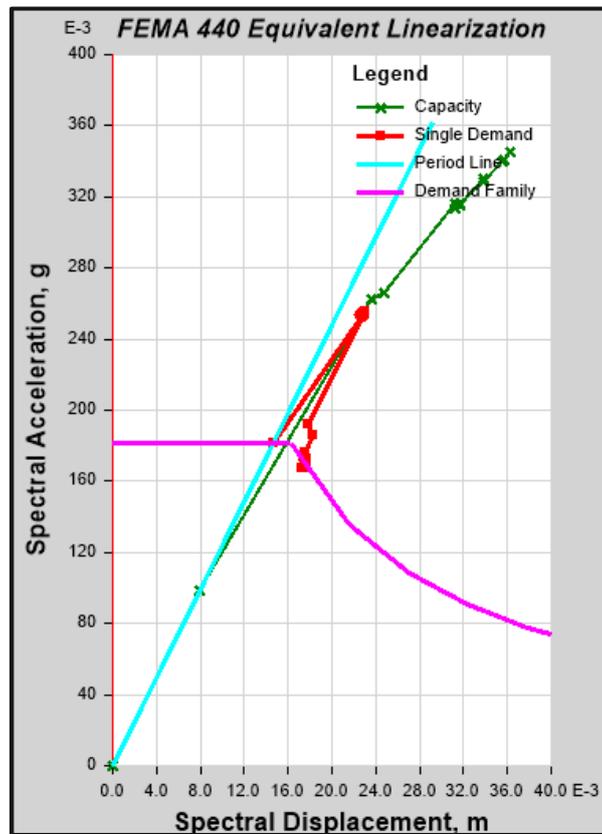
Fuente: (elaboración propia)

**Tabla 60: Punto de desempeño sismo de diseño dirección Y**

PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO RARO DIRECCIÓN “Y”	
Cortante (ton)	236.184
Desplazamiento (m)	0.001963
Sa (g)	0.348686
Sd (m)	0.027037

Fuente: (elaboración propia)

**PUNTO DE DESEMPEÑO - SISMO MÁXIMO – MUY RARO (DIRECCIÓN “X” E “Y”):**



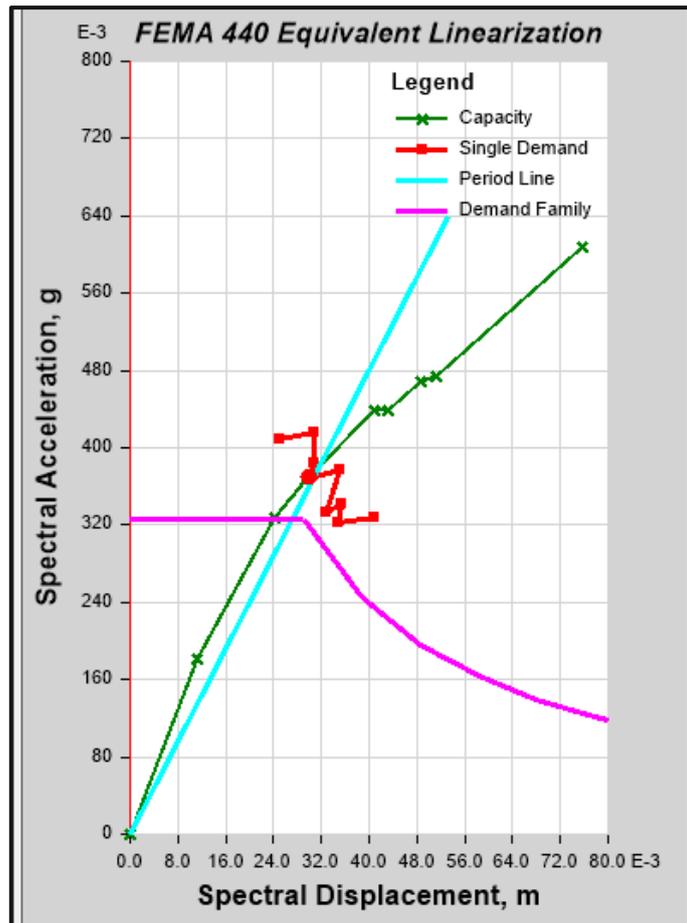
**Figura 84: Ubicación del punto de desempeño de sismo muy raro en dirección X.**

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 61: Punto de desempeño sismo muy raro en dirección X**

<b>PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO MUY RARO DIRECCIÓN “X”</b>	
<b>Cortante (ton)</b>	223.7735
<b>Desplazamiento (m)</b>	0.03717
<b>Sa (g)</b>	0.253502
<b>Sd (m)</b>	0.022765

*Fuente: (elaboración propia)*



**Figura 85: Ubicación del punto de desempeño de sismo muy raro en dirección Y.**

*Fuente: (elaboración propia)*

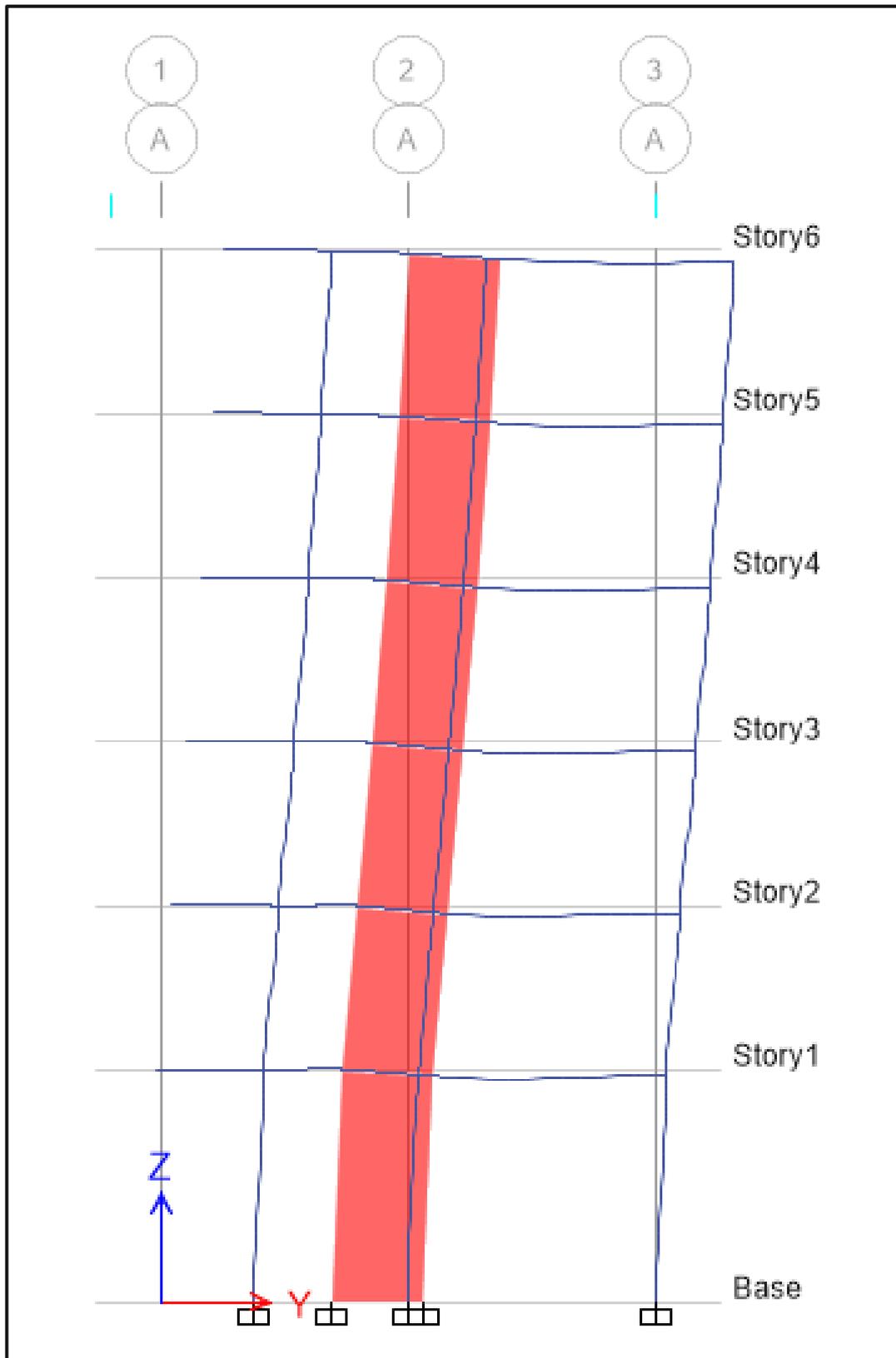
**Tabla 62: Punto de desempeño sismo muy raro en dirección Y**

PUNTO DE DESEMPEÑO – SISMO MUY RARO DIRECCIÓN “Y”	
Cortante (ton)	251.0149
Desplazamiento (m)	0.002182
Sa (g)	0.369763
Sd (cm)	0.029977

*Fuente: (elaboración propia)*

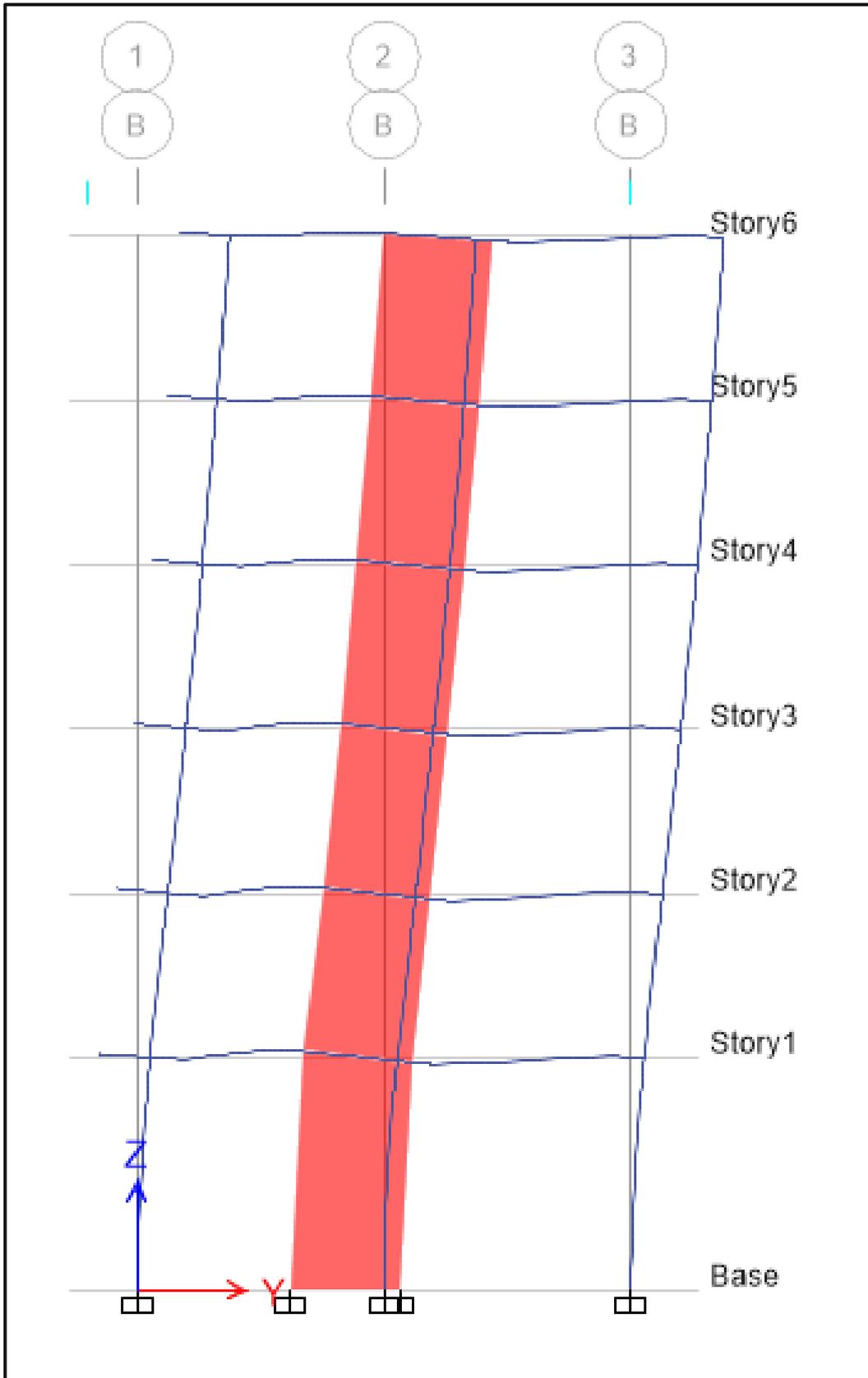
- **Secuencia y Ubicación del daño probable en la Estructura**

Para tener una estimación global del daño probable que podría llegar a sufrir el edificio en estudio, en seguida se muestra la formación de rotulas plásticas, para la dirección “Y”, los ejes A, B, C y D y en la dirección “X” en los ejes 1,2 y 3.



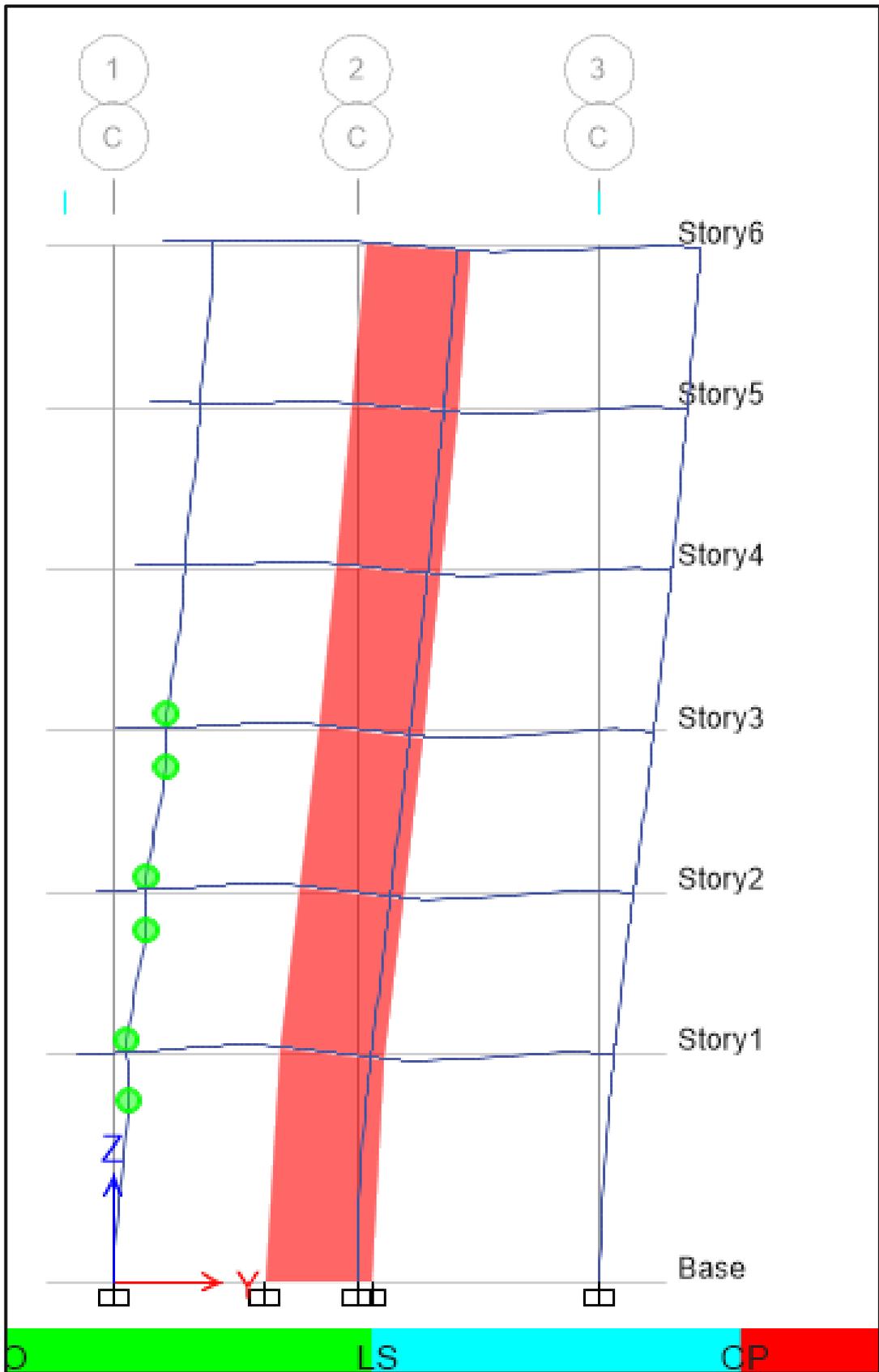
**Figura 86: Posible daño en la estructura en el eje A**

*Fuente: (elaboración propia)*



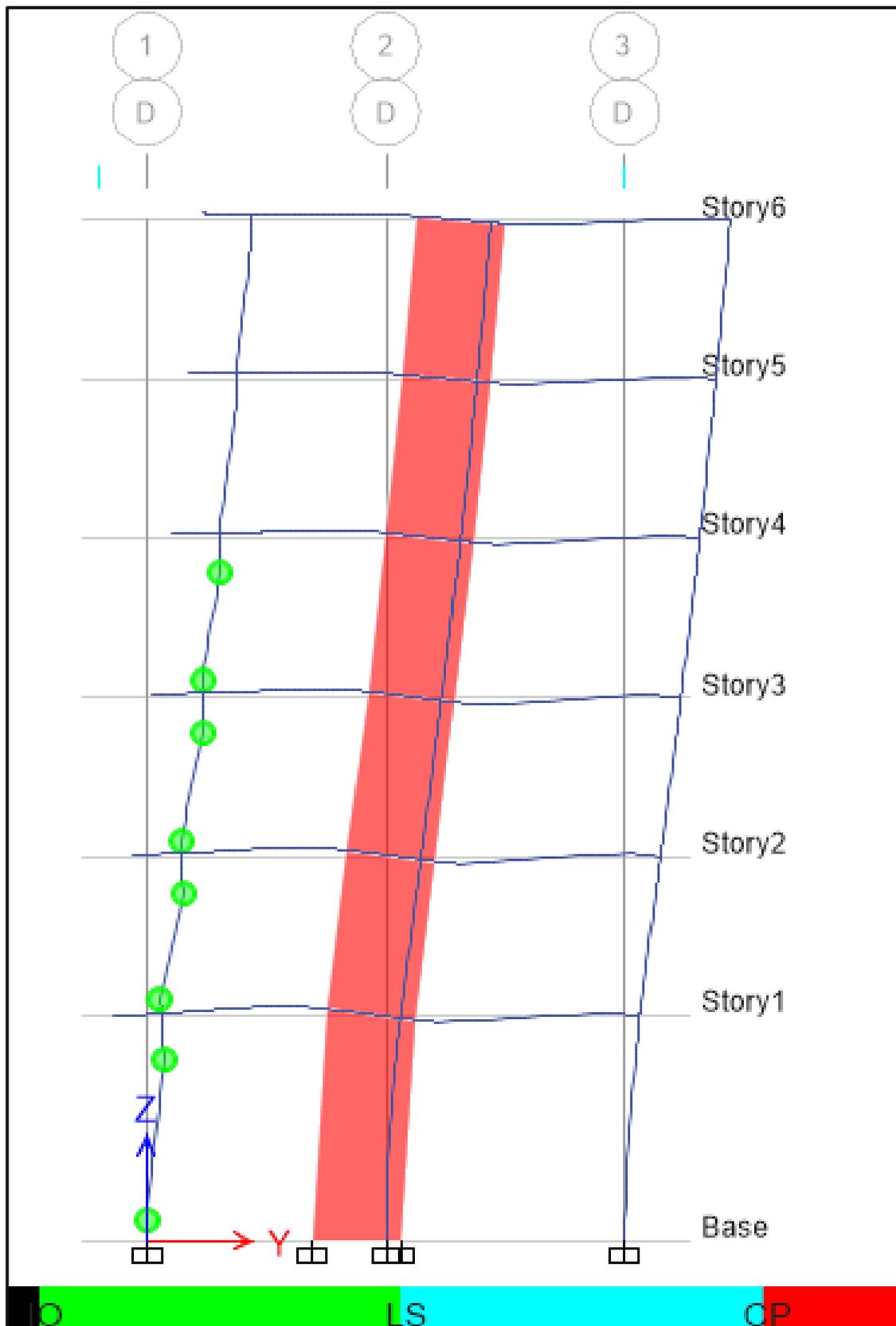
**Figura 87: Posible daño en la estructura en el eje B**

*Fuente: (elaboración propia)*



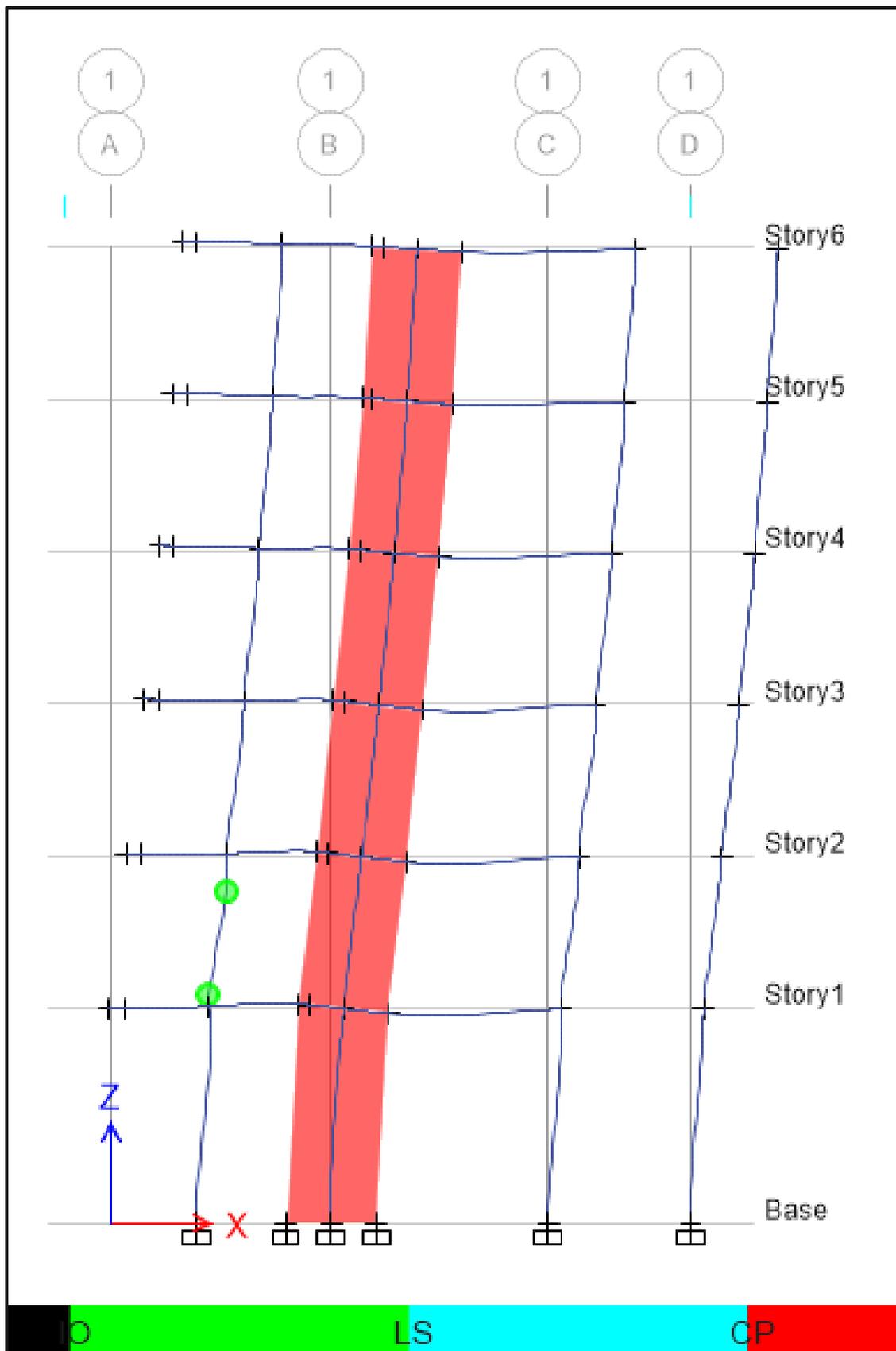
**Figura 88: Posible daño en la estructura en el eje C**

*Fuente: (elaboración propia)*



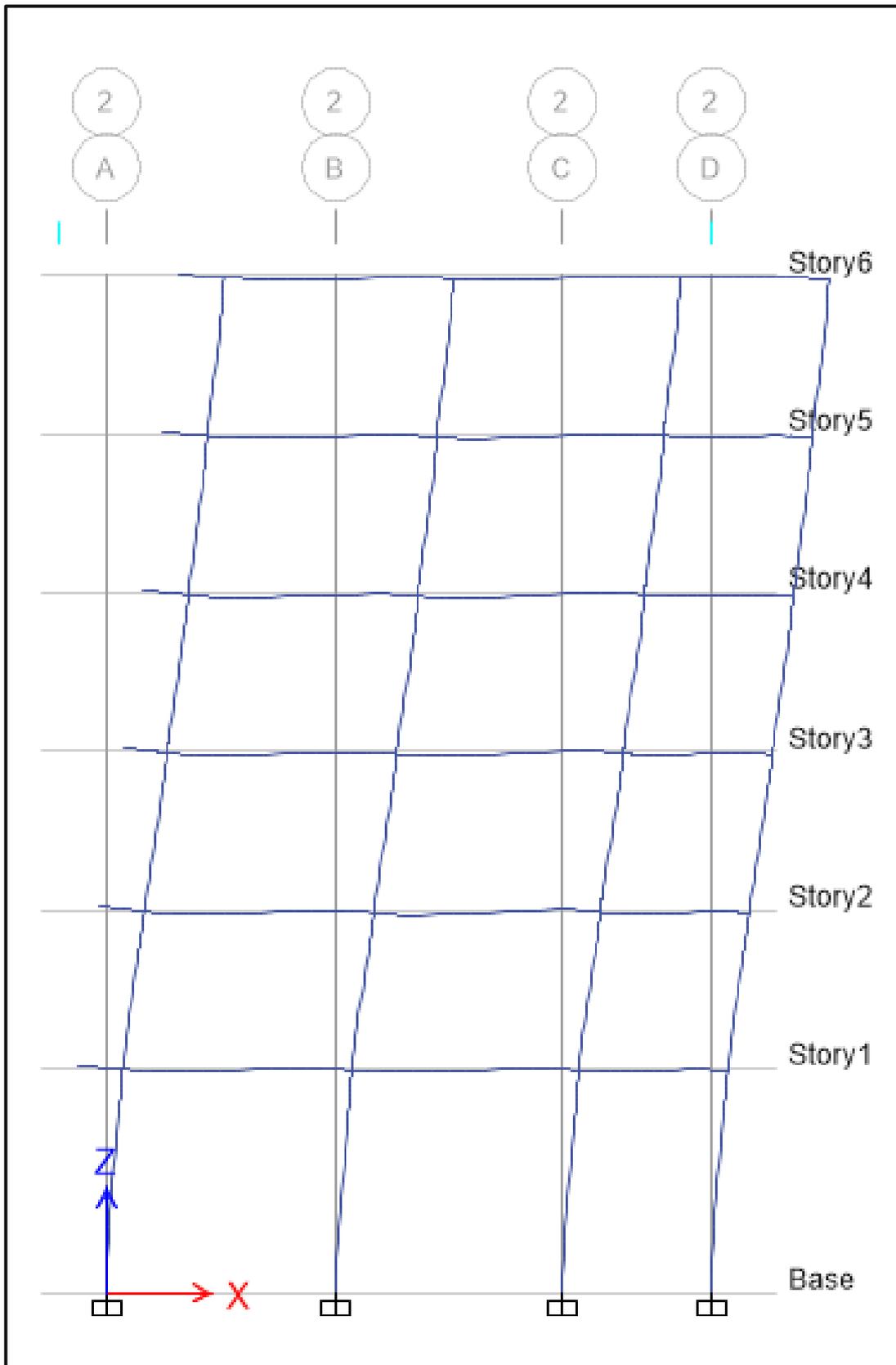
**Figura 89: Posible daño en la estructura en el eje D**

*Fuente: (elaboración propia)*



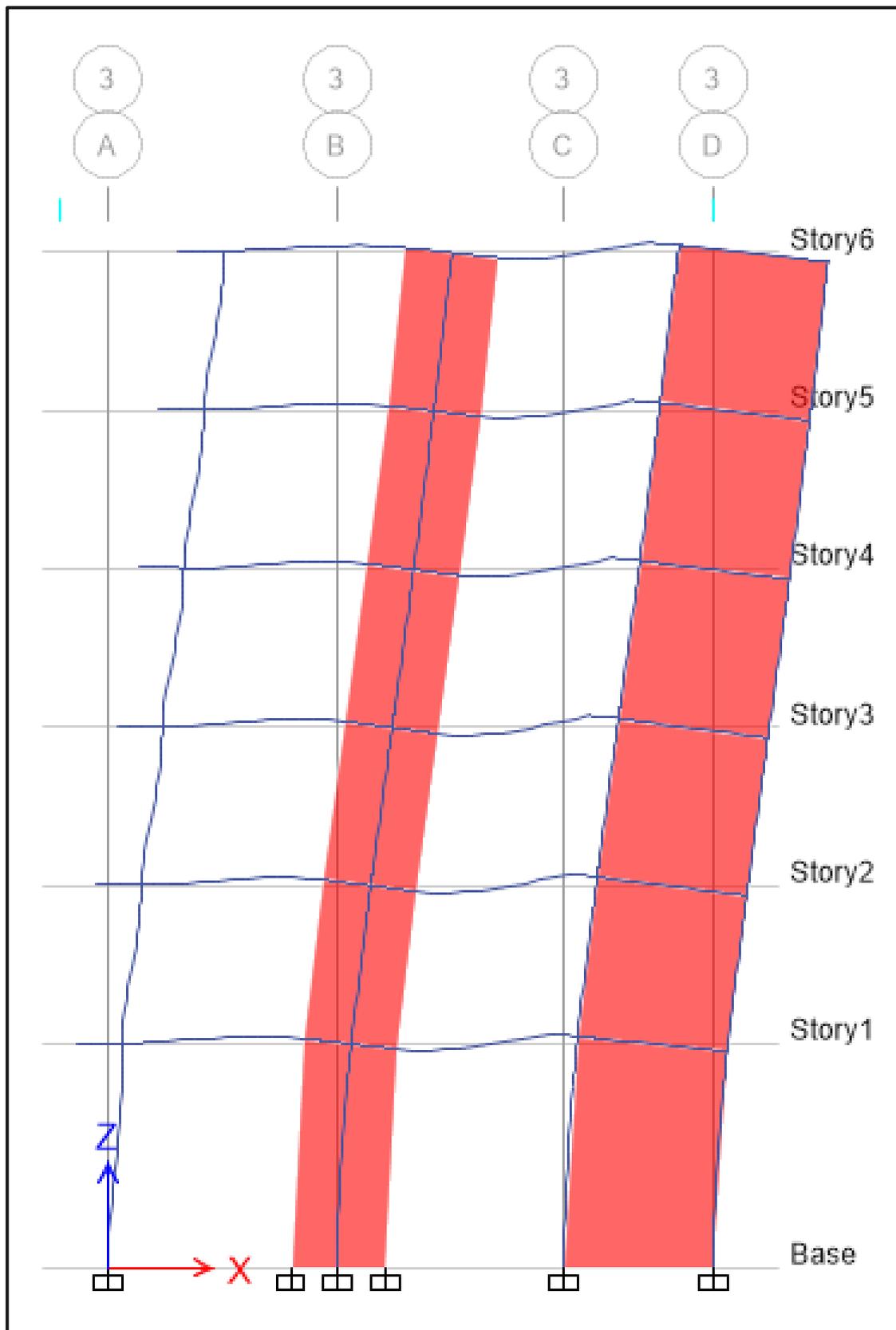
**Figura 90: Posible daño en la estructura en el eje 1**

*Fuente: (elaboración propia)*



**Figura 91: Posible daño en la estructura en el eje 2**

*Fuente: (elaboración propia)*

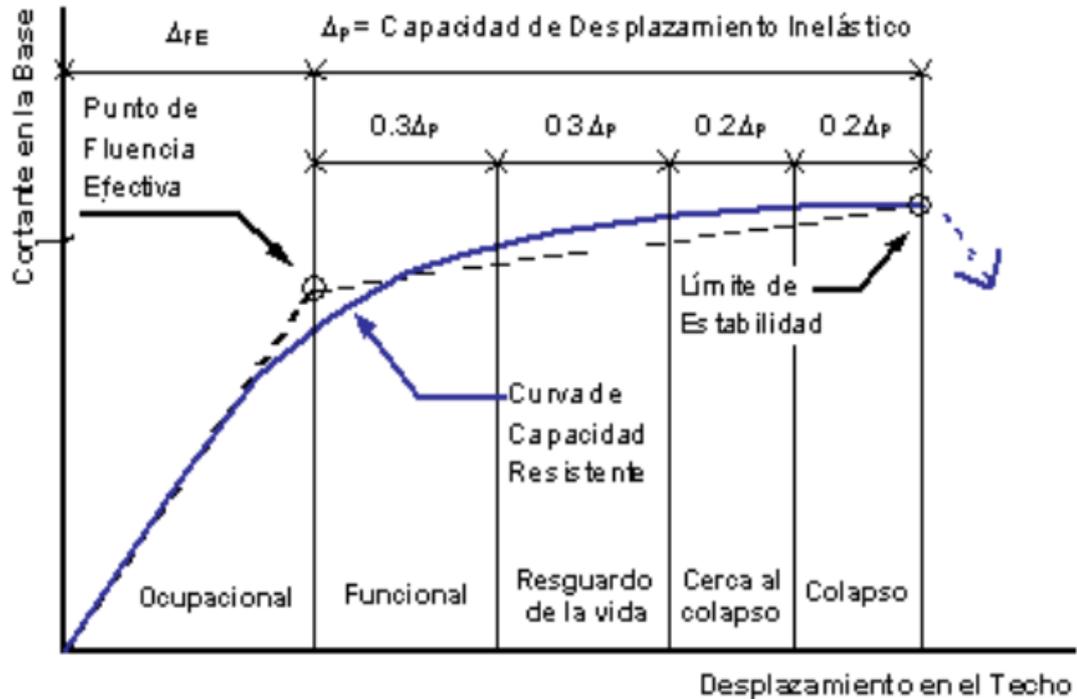


**Figura 92: Posible daño en la estructura en el eje 2**

*Fuente: (elaboración propia)*

- **Sectorización de la curva de capacidad según VISIÓN 2000.**

A continuación, según VISIÓN 2000, se muestra la curva de capacidad sectorizada:



**Figura 93: Sectorización de la curva de capacidad**

Fuente: (ATC-40, 1996)

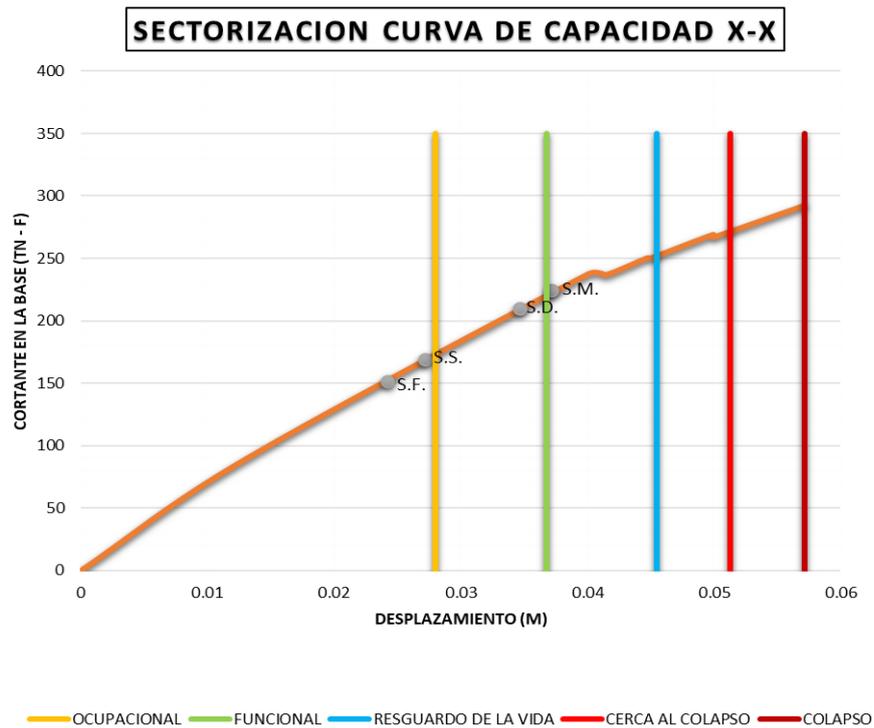
Aplicación de la sectorización de la curva de capacidad, para los diferentes sismos indicados anteriormente.

**Tabla 63: Sectorización de la curva de capacidad**

Sistema Estructural	Sismo	Espectro de Capacidad		Curva de Capacidad	
		Sd (cm)	Sa (g)	Dp (cm)	V (tonf)
APORTICADO	Servicio	3.3502	0.0289	4.1200	59.0439
	Diseño	5.45	0.0387	6.5430	79.9059
	Máximo	6.2623	0.0407	7.4305	84.5239

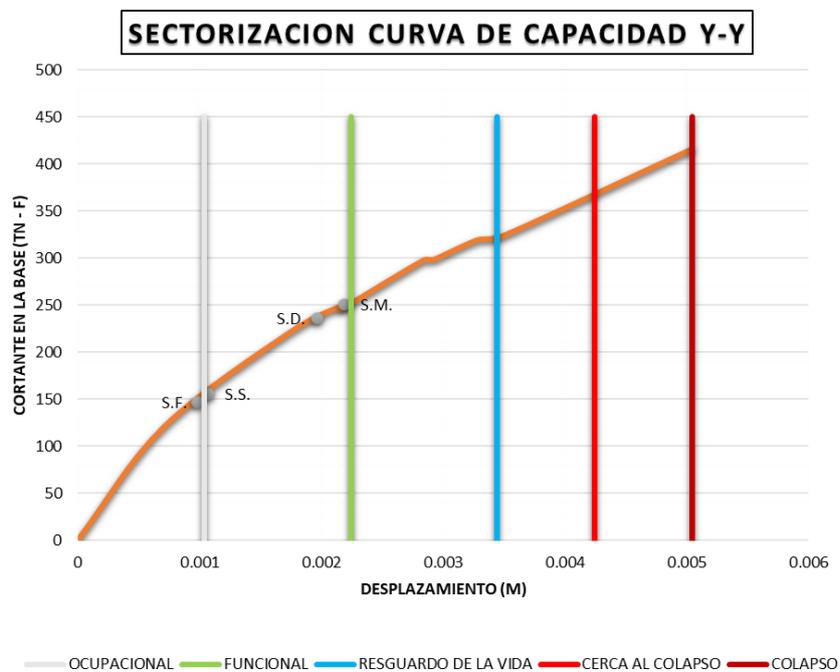
Fuente: (ATC-40, 1996)

- Nivel de Desempeño



**Figura 94: Sectorización curva de capacidad X-X**

Fuente: (elaboración propia)



**Figura 95: Sectorización curva de capacidad Y-Y**

Fuente: (elaboración propia)

## 4.2. RESULTADOS

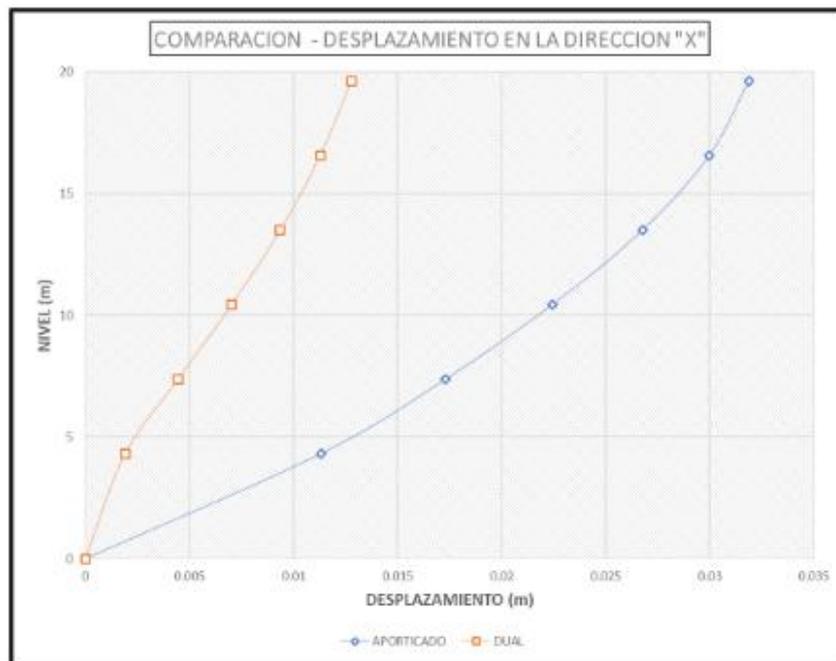
### Desplazamientos (cm)

Se realizó el análisis por desempeño de los sistemas estructurales aporticado y dual, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 64: Desplazamientos en Dirección "X"**

DESPLAZAMIENTO EN LA DIRECCION X			
Nivel	Elevacion (m)	SISTEMA APORTICADO	SISTEMA DUAL
		Desp. (cm)	Desp. (cm)
Nivel 6	19.62	3.1873	1.2777
Nivel 5	16.56	2.9967	1.1282
Nivel 4	13.50	2.6767	0.9363
Nivel 3	10.44	2.2426	0.7030
Nivel 2	7.38	1.7307	0.4455
Nivel 1	4.32	1.1317	0.1922
Base	0.00	0.0000	0.0000
DESPLAZAMIENTO ULTIMO - CURVA DE CAPACIDAD			
NIVEL 6	19.62	20.0895	5.7138

Fuente: (elaboración propia)



**Figura 96: Comparación – Desplazamientos en Dirección "X"**

Fuente: (elaboración propia)

**Tabla 65: Desplazamientos en Dirección “Y”**

DESPLAZAMIENTO EN LA DIRECCION Y			
Story	Elevacion (m)	SISTEMA APORTICADO	SISTEMA DUAL
		Desp. (cm)	Desp. (cm)
Nivel 6	19.62	2.1296	1.6787
Nivel 5	16.56	1.9954	1.4524
Nivel 4	13.50	1.7618	1.1800
Nivel 3	10.44	1.4428	0.8644
Nivel 2	7.38	1.0593	0.5300
Nivel 1	4.32	0.6243	0.2195
Base	0.00	0.0000	0.0000
DESPLAZAMIENTO ULTIMO - CURVA DE CAPACIDAD			
NIVEL 6	19.62	1.4992	0.5039

Fuente: (elaboración propia)



**Figura 97: Comparación – Desplazamientos en Dirección “Y”**

Fuente: (elaboración propia)

**Interpretación:** En relación a los desplazamientos obtenidos, de acuerdo a las tablas N° 64 y N° 65 y a las figuras N° 96. y N° 97, determinando así que para ambas direcciones X e Y, el sistema estructural dual, presenta menores desplazamientos. Además, el sistema Estructural Dual presenta desplazamientos últimos en “x” de 5.7138 cm y en “y” de 0.5039 cm, siendo estos menores en

comparación a los desplazamientos del sistema estructural aporticado, con ello se acepta la primera hipótesis específica; es decir el Sistema estructural dual presenta menor desplazamiento por desempeño del edificio multifamiliar, porque genera menores desplazamientos.

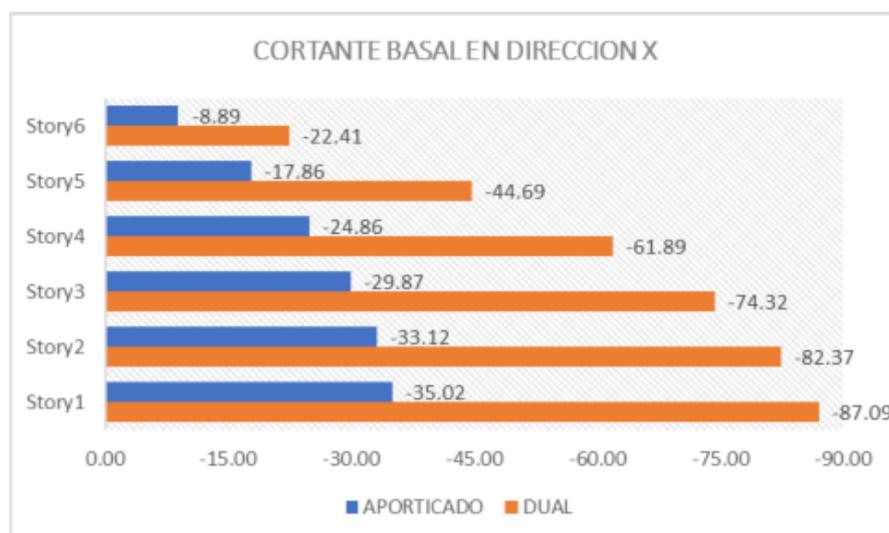
### Cortante basal (tn)

Una vez concluida con el análisis estructural no lineal, extraemos los resultados de la cortante basal de modelamiento y podemos realizar la comparación entre las cortantes actuantes en el sistema aporticado y en el sistema dual, en las dos direcciones.

**Tabla 66: Cortante en la dirección X**

CORTANTE EN LA DIRECCION X			
Story	Elevacion (m)	SIST. APORTICADO	SIST. DUAL
Story6	19.62	-8.89	-22.41
Story5	16.56	-17.86	-44.69
Story4	13.5	-24.86	-61.89
Story3	10.44	-29.87	-74.32
Story2	7.38	-33.12	-82.37
Story1	4.32	-35.02	-87.09
Base	0	0.00	0.00

*Fuente: (elaboración propia)*



**Figura 98: Comparación de cortante en la dirección X**

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 67: Cortante en la dirección Y**

CORTANTE EN LA DIRECCION Y			
Story	Elevacion (m)	SIST. APORTICADO	SIST. DUAL
Story6	19.62	-11.53	-29.92
Story5	16.56	-23.09	-59.86
Story4	13.5	-32.23	-83.54
Story3	10.44	-39.00	-101.19
Story2	7.38	-43.59	-113.08
Story1	4.32	-46.44	-120.62
Base	0	0.00	0.00

*Fuente: (elaboración propia)*



**Figura 99: Comparación de cortante en la dirección X**

*Fuente: (elaboración propia)*

**Interpretación:** con los resultados indicados en las tablas N° 66 y N° 67 y en la figura, se puede interpretar que el sistema estructural dual presenta una mayor cortante basal, y de acuerdo a nuestro anterior indicador, presenta menores desplazamiento, con ello se acepta la segunda hipótesis específica, es decir el sistema estructural dual presenta una mejor respuesta a la cortante basal ante un evento sísmico.

### Punto de desempeño (cm - tonf)

Una vez concluida con el análisis estructural no lineal, se obtienen los puntos de desempeño para cada nivel de sismo, estos vienen a ser la intersección entre un determinado desplazamiento ocurrido para una determinada fuerza cortante.

**Tabla 68: Punto de desempeño – Sistema estructural aporticado**

PUNTO DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO			
Direccion	Sismo	Dp (m)	V (tonf)
X - X	Frecuente	0.029950	36.8665
	Servicio	0.048685	57.1598
	Diseño	0.108521	85.1319
	Maximo	0.132958	88.8259
Y - Y	Frecuente	0.003583	83.8392
	Servicio	0.004192	90.9001
	Diseño	0.008064	118.4082
	Maximo	0.009371	122.9214

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 69: Punto de Desempeño – Sistema estructural Dual**

PUNTO DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRUCTURAL DUAL			
Direccion	Sismo	Dp (m)	V (tonf)
X - X	Frecuente	0.024189	151.6299
	Servicio	0.027200	168.3666
	Diseño	0.034657	209.8046
	Maximo	0.037170	223.7735
Y - Y	Frecuente	0.000978	146.9053
	Servicio	0.001068	155.7197
	Diseño	0.001963	236.1840
	Maximo	0.002182	251.0149

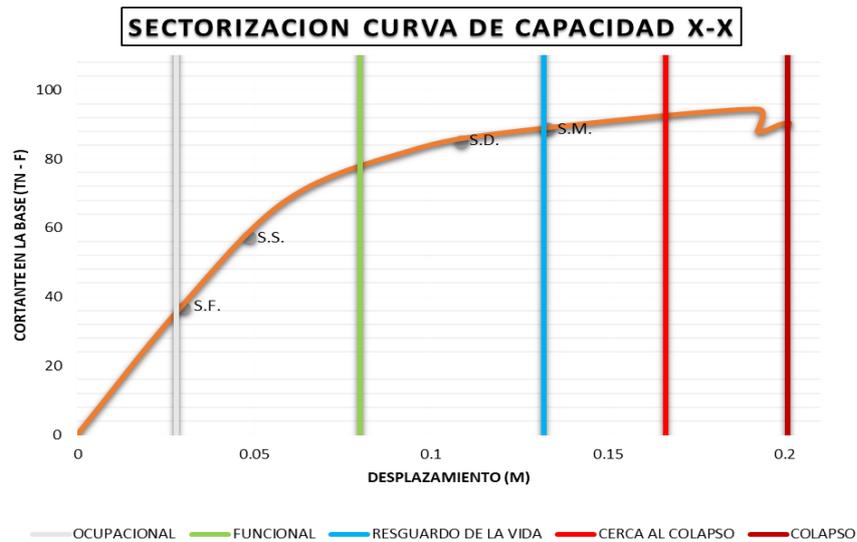
*Fuente: (elaboración propia)*

**Interpretación:** En las tablas N° 68 y N° 69 se muestran los puntos de desempeño para sismos obtenidos de la aplicación del método de desempeño, con ello se acepta la tercera hipótesis específica es decir, el sistema estructural dual presenta mayor capacidad sísmica para el punto de desempeño del sistema estructural del edificio, esto se interpreta porque para el sistema dual presenta desplazamientos

menores ante la aplicación de esfuerzos cortantes mayores, lo que lo dota de mayor capacidad sísmica.

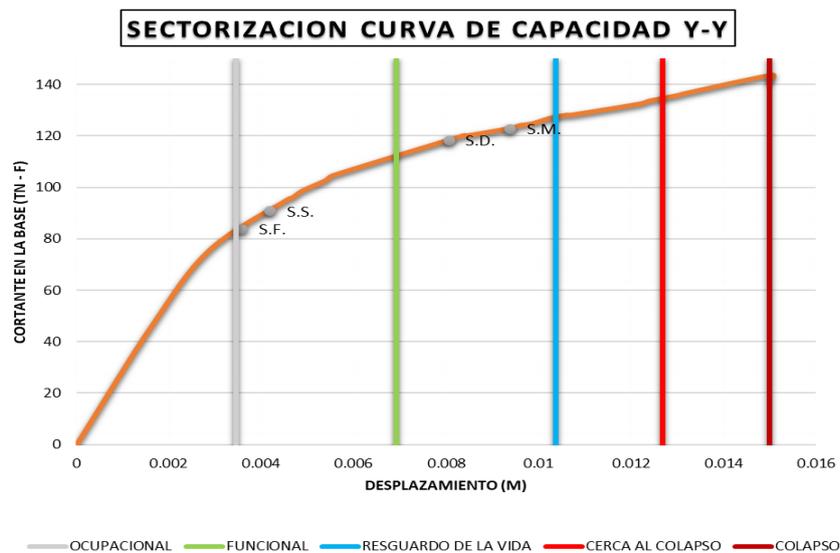
### Nivel de desempeño

Los puntos de desempeño obtenidos e indicados anteriormente, se muestran en la curva de capacidad sectorizada según los niveles de desempeño que establece el FEMA-440.



**Figura 100: Desempeño sísmico en X-X, Sistema Estructural Aporricado.**

*Fuente: (elaboración propia)*



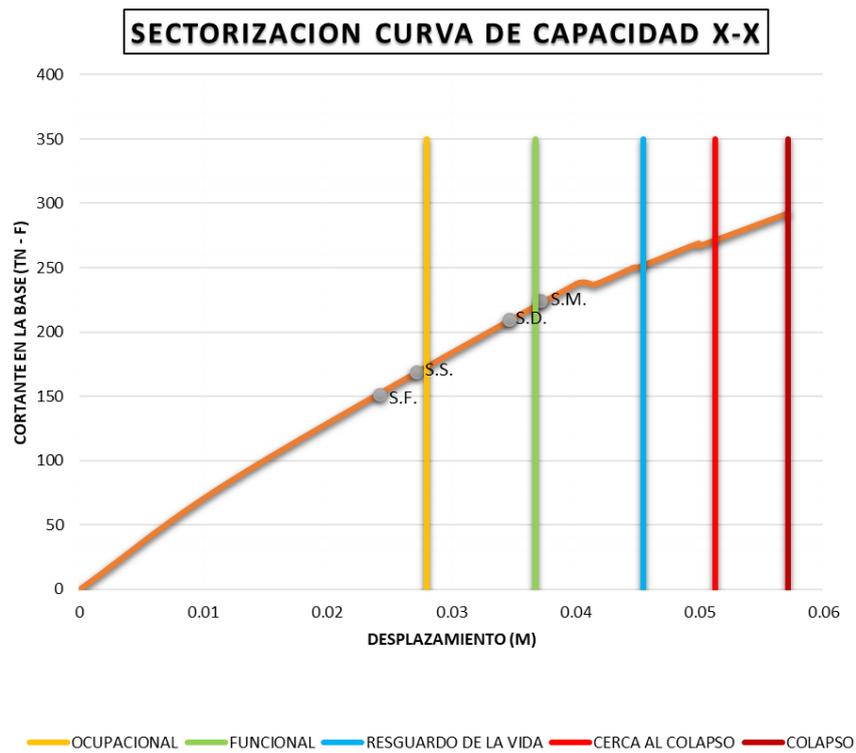
**Figura 101: Desempeño sísmico en Y-Y, Sistema estructural Aporricado**

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 70: Nivel de Desempeño según Fema 440, Sistema estructural aporticado**

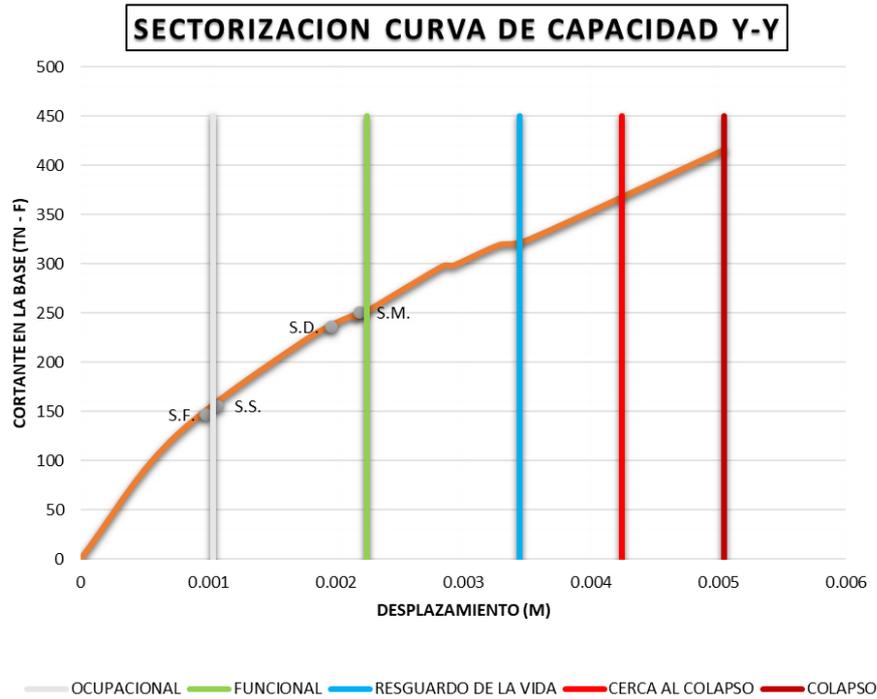
NIVEL DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO						
Dirección	Sismo	Ocupacional	Funcional	Resguardo de la Vida	Cerca al Colapso	Cumple
X - X	Frecuente					NO
	Servicio					SI
	Diseño					SI
	Maximo					SI
Y - Y	Frecuente					NO
	Servicio					SI
	Diseño					SI
	Maximo					SI

Fuente: (elaboración propia)



**Figura 102: Desempeño sísmico en X-X, Sistema Estructural Dual**

Fuente: (elaboración propia)



**Figura 103: Desempeño sísmico en Y-Y, Sistema Estructural Dual**

*Fuente: (elaboración propia)*

**Tabla 71: Nivel de Desempeño según Fema 440, Sistema estructural dual.**

NIVEL DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO						
Direccion	Sismo	Ocupacional	Funcional	Resguardo de la Vida	Cerca al Colapso	Cumple
X - X	Frecuente	SI				SI
	Servicio	SI				SI
	Diseño		SI			SI
	Maximo			SI		SI
Y - Y	Frecuente	SI				SI
	Servicio		SI			SI
	Diseño		SI			SI
	Maximo		SI			SI

*Fuente: (elaboración propia)*

**Interpretación:** Como se verifica en las figuras N° 100 y N° 101Y en las tablas N° 70 el sistema estructural aporticado cumple con los objetivos y niveles de desempeño para sismos de servicio, diseño y máximo, pero no es así con el nivel de desempeño para un sismo frecuente ya que pasa al rango no lineal aunque sin

presentar daños, sin embargo el sistema estructural dual cumple con todos los niveles de desempeño, por lo que se acepta la cuarta hipótesis específica, es decir, el sistema estructural dual presente un mejor nivel de desempeño para el edificio multifamiliar, porque de manera global cumple con todos los niveles de desempeño.

### Ductilidad del sistema

Para ello se considera lo datos obtenidos en el desarrollo de la investigación “puntos de interés”, y se calcula a través de la siguiente formula:

Ductilidad de la estructura aporticada en la dirección “X”,

$$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y} = \frac{0.200895}{0.028863} = 6.9603$$

Ductilidad de la estructura aporticada en la dirección “Y”:

$$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y} = \frac{0.014992}{0.001637} = 9.1582$$

**Tabla 72: Ductilidad – sistema aporticado**

DUCTILIDAD - SISTEMA ESTRCUTURAL APORTICADO			
DIRECCION	Dpi	Dy	DUCTILIDAD DE LA ESTRCUTURA
X - X	0.200895	0.028863	6.9603
Y - Y	0.014992	0.001637	9.1582

*Fuente: (elaboración propia)*

Ductilidad de la estructura dual en la dirección “X”:

$$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y} = \frac{0.057138}{0.01318} = 4.3352$$

Ductilidad de la estructura dual en la dirección “Y”:

$$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y} = \frac{0.005039}{0.000708} = 7.1172$$

**Tabla 73: Ductilidad – sistema dual**

DUCTILIDAD - SISTEMA ESTRCUTURAL DUAL			
DIRECCION	Dpi	Dy	DUCTILIDAD DE LA ESTRCUTURA
X - X	0.057138	0.01318	4.3352
Y - Y	0.005039	0.000708	7.1172

*Fuente: (elaboración propia)*

**Interpretación:** La ductilidad de la estructura del sistema aporticado, que se obtiene de la curva de capacidad, en la dirección X, igual a 6.9603 y en Y igual a 9.1582, son superiores al R asumido para el diseño ( $R_x=4.8$ ;  $R_y=8$ ), lo que determina que la estructura aporticada tiene una alta ductilidad; sin embargo, para el sistema dual la ductilidad en X es menor al R asumido para el diseño ( $R = 7$ ) y la ductilidad en la dirección Y es un poco mayor al R asumido ( $R=7$ ), lo que concluye que se debería de asumir un menor valor mínimo establecido en la norma, para lograr un mejor desempeño y por ende una ductilidad más adecuada, por todo esto se rechaza la quinta hipótesis específica, es decir el sistema estructural dual no presenta una mejor ductilidad para el edificio multifamiliar, din embargo por las consideraciones anteriormente indicadas, el sistema estructural aporticado presente una mejor ductilidad.

## V. DISCUSIÓN

### **Desplazamientos.**

Los resultados obtenidos respecto a desplazamientos del sistema Estructural Aporticado, son; desplazamientos últimos en la dirección "X" de 20.0895 cm y en la dirección "Y" de 1.4992 cm. según (CHOQUE SUCASACA, y otros, 2019), indica que los desplazamientos últimos en eje X es 39.43 cm y en el eje Y es 33.79 cm, y para el análisis del sistema dual tenemos los desplazamientos últimos en la dirección "X" 5.7138 cm y en la dirección "Y" de 0.5039, según (CHOQUE SUCASACA, y otros, 2019), indica que los desplazamientos últimos en sus sistema planteado para la dirección en "X" es 26.03 cm y en el eje "Y" es 21.72 cm., concluyendo de esta forma que la inclusión de muros de corte tiene un aporte fundamental para la rigidez de la estructura. Los resultados indicados son similares, porque se concluye que, al incluir muros de corte, se restringen y disminuyen los desplazamientos laterales de la estructura.

### **Cortante basal.**

Los resultados obtenidos respecto a cortante basal son: que el sistema estructural dual presenta mayor cortante basal que el sistema aporticado. (RUIZ HURTADO, 2019), obtuvo una reducción significativa en la cortante basal, con la aplicación de elementos estructurales ligeros, concluyendo que con la disminuir las fuerzas verticales, se reduce la cortante basal. Los resultados son similares, pues el sistema dual, al poseer elementos de secciones más grandes que el sistema aporticado, produce fuerzas horizontales mayores, sin embargo, este sistema presenta una mejor respuesta ante la cortante basal.

### **Punto de desempeño.**

Los resultados que se obtuvieron, en relación al punto de desempeño del sistema estructural del edificio, obteniendo que el sistema estructural dual presenta una mejor capacidad sísmica para el punto de desempeño del edificio multifamiliar cumpliendo con objetivos de diseño. (MEDINA, y otros, 2018), obtuvo como resultados que en su mayoría los puntos de desempeño no sobre pasan los límites determinados por Visión 2000. Los resultados obtenidos son similares, puesto que,

en la sectorización de la curva de capacidad, los puntos de desempeño cumplen con los objetivos de diseño.

### **Nivel de desempeño**

Los resultados obtenidos de nivel de desempeño para cada nivel de sollicitación sísmicas encontrándose dentro de los niveles de diseño normados. (MEDINA, y otros, 2018), obtuvo como resultado que el edificio se encuentra en un nivel de desempeño totalmente operacional, para sismos de gran magnitud. Los resultados son similares pues en para un sismo muy raro, nuestro edificio cumple con el objetivo de diseño, encontrándose en un nivel de desempeño funcional (operacional).

### **Ductilidad del sistema**

Los resultados que se obtuvieron, en base a la ductilidad del sistema fueron que el sistema estructural aporticado presenta una alta y mejor ductilidad que el sistema dual, además de que se debería de asumir un menor valor mínimo establecido en la norma para lograr una ductilidad más adecuada. (BOJORQUEZ MORA, y otros, 2009), indica que existe la necesidad de conocer los verdaderos niveles de ductilidad a desarrollarse por las estructuras. Los resultados son similares, puesto que la ductilidad obtenida de la curva de capacidad idealizada no cumple ni es la apropiada, surgiendo así la duda de conocer y recalcular su verdadero valor.

## **VI. CONCLUSIÓN**

- De los resultados obtenidos se ha evaluado el desplazamiento por desempeño del sistema estructural del edificio multifamiliar, obteniendo así que el sistema estructural aporticado presenta mayores desplazamientos en comparación al sistema estructural dual, ya que el sistema estructural Dual presenta un desplazamiento en la dirección "X" de 1.4992 cm y en la dirección "Y" de 0.5039 cm, y el sistema estructural aporticado presenta un desplazamiento en la dirección "X" de 20.0895 cm y en la dirección "Y" de 5.7138 cm según los resultados que se muestran en la tabla N° 64 y N° 65
- Se ha evaluado la cortante basal del sistema estructural del edificio multifamiliar, tanto del sistema existente que es el aporticado como del sistema planteado para comparación, obteniendo así que la cortante basal es mayor para el sistema estructural dual debido a que, la cortante basal está en función del peso de la edificación, y el sistema estructural dual al poseer elementos estructurales de mayor dimensión, influye en la mayor magnitud de la cortante basal, tal como se muestra en la figura N° 98 y N° 99
- se ha determinado los puntos de desempeño para cada solicitud sísmica, conociéndose la capacidad sísmica de cada punto de desempeño, tanto para el sistema estructural aporticado como para el sistema estructural dual, confluéndose de manera global que el sistema estructural dual presenta mayor capacidad sísmica para cada punto de desempeño, tal como indica en las tablas N° 68 y N° 69
- Se evaluó el nivel de desempeño del edificio de concreto armado, ante diferentes solicitudes sísmicas, obteniéndose que el sistema estructural dual cumple con cada nivel de desempeño indicado por el Comité Visión 2000, sin embargo, el sistema estructural aporticado, no cumple con el nivel de desempeño ocupacional (totalmente operacional) para un sismo frecuente, tal como se muestra en la tabla N° 70
- Se ha evaluado la ductilidad del sistema estructural aporticado y el sistema estructural dual, del edificio multifamiliar, logrando conocer los resultados que indican que el sistema estructural aporticado presenta una mejor ductilidad a comparación del sistema estructural dual, lo cual se puede verificar en la tabla N° 72 y N° 73

- Se ha determinado, en base a los resultados obtenidos como son desplazamientos, cortantes, ductilidades, puntos y niveles de desempeño, que el sistema estructural dual presenta mejor respuesta sísmica por desempeño a comparación del sistema estructural aporticado.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la construcción de edificaciones con un sistema estructural dual, ya que este sistema restringe o limita los desplazamientos, así también se debe de realizar el análisis correspondiente para otras edificaciones, con la finalidad de verificar si cumplen o no con los parámetros de la normativa.
- Se recomienda realizar los estudios correspondientes previo a la construcción de cualquier edificación similar, con la finalidad de determinar el tipo de suelo sobre el que se edificara la estructura, puesto que este es un factor muy determinante en la obtención de la cortante basal.
- Se recomienda, determinar a través del análisis respectivo, la verificación de los puntos de desempeño de edificaciones superiores a 06 niveles, para así poder constatar si cumplen o no con el objetivo de diseño.
- Se recomienda también, evaluar el y utilizar el método de desempeño (pushover) para poder determinar nivel de desempeño de edificaciones existentes en la zona, superiores a 06 niveles, con la finalidad de poder evaluar las acciones correctivas que ameriten y así evitar posibles catástrofes.
- Por último, se recomienda realizar un estudio sobre determinación de las ductilidades de los diferentes sistemas estructurales existentes, para de esa manera aportar respecto a consideraciones mínimas estipuladas por la norma.

## REFERENCIA

AGUIAR FALCONI, Roberto. 2003. Analisis sismico por desempeño. s.l. : ceicespe, 2003.

AGUIAR, R. 2006. Evaluacion Rapida de la deriva maxima de pisos para calcular la vulnerabilidad sismica de estructuras. España : s.n., 2006.

ATC-40. 1996. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, ATC - 40 Report, Volumes 1 and 2. California : Applied Technology Council, 1996.

AZA SANTILLAN, Giancarlo Samuel Enrique. 2014. *Diseño Estructural de un Edificio Residencial de Concreto Armado de Ocho Pisos y Semisotano*. Pontificia Universidad Catolica del Perú, Lima : 2014.

BOJORQUEZ MORA, Eden, y otros. 2009. Consideracion explicita del daño acumulado en el diseño sismico de estructuras a traves de factores de reduccion de resistencia por ductilidad. 2009.

BONNET DIAZ, Ricardo Leon. 2003. Vulnerabilidad y riesgo sismico de edificios, aplicacion a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada. Barcelona : s.n., 2003.

Borja Suarez, Manuel. 2012. Metodologia de la Investigacion Cientifica para Ingenieros. Chiclayo : s.n., 2012.

CHOQUE SUCASACA, Johanny Fernando y LUQUE SOLIS, Edward Deyviz. 2019. *Analisis estatico no lineal y evaluacion del desempeño sismico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030*. Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa, Arequipa : 2019.

ETABS V.19. 2020. Computers and Structures Inc. Analysis R. Berkeley, USA : s.n., 2020.

FEMA 356. 2000. Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings. Washington, D.C. : American Society of Civil Engineers for the Federal Emergency, 2000.

FEMA 440. 2005. Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures. Washington, D.C. : Applied Technology Council (ATC-55 Project) for the Federal Emergency, 2005.

FREEMAN, Sigmund. 1995. *A REVIEW OF PRACTICAL APPROXIMATE INELASTIC SEISMIC DESIGN PROCEDURES FOR NEW AND EXISTING BUILDINGS.*

GIONCU, V. y MAZZOLANI, F.M. 2001. Ductility of Seismic Resistant Steel Structures. Spon Press Hognestad, E.(1954). Study of combined bending and axial load in reinforced concrete members. Illinois : s.n., 2001.

GIRALDO, Herbert. 2008. ¿COMO SE PREDIMENSIONA UNA ESTRUCTURA? 2008.

Gokdemir, H., y otros. 2013. Effects of torsional irregularity to structures during earthquakes. Eskisehir : Engineering Failure Analysis, 2013. Vol. 35. 1350-6307.

Gonzalo Herrera, Raul y Consolacion Gomez-Soberón, Maria. 2008. Efectos de la irregularidad en planta por forma arquitectonica. Veracruz : s.n., 2008.

Guleria, Abhay. 2014. Structural Analysis of a Multi-Storeyed Building. Sundernagar : International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 2014. Vol. 3, 5. 2278-0181.

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. 2014. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION. Mexico : Mc Graw Hill / Interamericana Editores, S.A de C.V., 2014.

Jose, Ragy, y otros. 2017. Analysis and desing of commercial building using etabs. Sullia : International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 2017. Vol. 4, 6. 2395-0056.

Lagos, R., y otros. 2012. Seismic performance of high-rise concrete buildings in Chile. s.l. : International Journal of High-Rise Buildings, 2012. Vol. 1, 3. 181-194.

LEURO CAMACHO, Sebastian Eduardo y QUEKANO CASALLAS, Rafael Octavio. 2017. *COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO EN CONCRETO REFORZADO BAJO UN SISTEMA ESTRUCTURAL DUAL, CON DISPOSICION DE MUROS EN EJES DONDE NO COMPROMETEN LA ARQUITECTURA*. Universidad Catolica de Colombia, Bogota : 2017.

Lopez, Pedro Luis. 2004. Poblacion Muestra y Muestreo. Cochabamba : s.n., 2004.

Mazzolani, F. M. y Piluso, V. 2004. Theory and Design of Seismic Resistant Steel frames. London : England, 2004.

MEDINA, Ricardo y MUSIC, Juan. 2018. Determinacion del nivel de desempeño de un edificio habitacional estructurado en base a muros de hormigon armado y diseñado segun normativa chilena. Antofagasta : Obras y Proyectos, 2018. Vol. 23.

MORALES MORALES, Roberto. 2006. Diseño en Concreto Armado. Lima : Fondo Editorial ICG, 2006.

MORENO GONZALES, R. 2006. Evaluacion del Riesgo Sismico en Edificios mediante analisis estatico no lineal: Aplicacion a Diversos escenarios sismicos de Barcelona. (*Tesis para obtener el Titulo de Doctor en Ingenieria Sismica y Dinamica Estructural*). España : s.n., 2006.

NTP E.020 Cargas. 2006. Diario Oficial El Peruano. Lima, Perú : s.n., 09 de junio de 2006.

NTP E.030 Diseño Sismorresistente. 2018. Diario Oficial el Peruano. 2018.

NTP E.060 Concreto Armado. 2009. Diario Oficial El Peruano. Lima, Peru : s.n., 09 de mayo de 2009.

Ozmen, Gunay, Konuralp, Girgin y Durgun, Yavuz. 2014. Torsional irregularity in multi-story structures. Istanbul, Turkey : Civil Engineering Faculty, 2014.

RETAMOZO, MARTINEZ Ludwin Benito. 2011. Diseño Estructural de un edificio de Viviendas de Dos Sotanos y Cinco pisos, ubicado en San Isidro - Lima. (*Tesis de grado*). Lima, Perú : s.n., Febrero de 2011.

RUIZ HURTADO, Katherine Luciana. 2019. *Reducción de la cortante basal cuando se aplican losas con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno, Lima 2019*. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Peru : 2019.

SAAVEDRA, Carlos. 2016. Verificación del Cortante Basal. [En línea] 29 de octubre de 2016. <https://saavedraonline.wordpress.com/2016/10/29/verificacion-del-cortante-basal-segun-covenin-1756-2001/>.

SEAOC Vision 2000 Committee. 1995. Performance Based Seismic engineering of Buildings. California : Structural Engineer Association of California, 1995.

Vanakudre, S. B. y Shirhatti, Tabassum G. 2015. The effects of P-Delta and construction sequential analysis of rcc and steel building with respect to linear static analysis. Karnataka : International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 2015. Vol. 2, 4. 2395-0056.

## **ANEXOS**

Anexo N° 1: Matriz de consistencia.....	154
Anexo N° 2: Operacionalización de la variable independiente .....	155
Anexo N° 3: Operacionalización de la Variable Dependiente.....	156
Anexo N° 4: Ficha N° 1: Desplazamientos. ....	157
Anexo N° 5: Ficha N° 2: Cortante Basal.....	160
Anexo N° 6: Ficha N° 3: Punto de Desempeño.....	163
Anexo N° 7: Ficha N° 4: Nivel de Desempeño. ....	166
Anexo N° 8: Ficha N° 5: Ductilidad del Sistema. ....	169
Anexo N° 9: Licencia de uso del software ETABS V. 19 .....	172
Anexo N° 10: Planos. ....	173
Anexo N° 11: Revisión Turnitin.....	183

## Anexo N° 1: Matriz de consistencia

<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>							
<b>TEMA:</b>	<b>RESPUESTA SÍSMICA POR EL MÉTODO DE DESEMPEÑO, DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR ZÚÑIGA GALICIA, JULIACA, PUNO - 2021.</b>						
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>		
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>					
¿Cuál será la respuesta sísmica por Desempeño del sistema estructural del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno - 2021?	Determinar respuesta sísmica por Desempeño del sistema estructural del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno - 2021.	El sistema estructural dual presenta mejor respuesta sísmica por Desempeño del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno – 2021.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> sistema estructural del edificio multifamiliar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema existente</li> <li>• Sistema Dual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensión de Columnas</li> <li>• Dimensión de Vigas</li> <li>• Peso total de la Edificación</li> <li>• Área de Muros en el eje y-y</li> <li>• Área de Muros en el eje x-x</li> </ul>		
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>					
¿Cuál será el <b>desplazamiento</b> por Desempeño del sistema estructural del edificio multifamiliar, Juliaca, Puno - 2021?	Evaluar cual será el desplazamiento por Desempeño del sistema estructural del edificio multifamiliar, Juliaca, Puno - 2021	El Sistema estructural dual presenta menor desplazamiento por Desempeño del edificio multifamiliar, Juliaca, Puno - 2021	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>  <b>respuesta sísmica por el método de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respuesta Sísmica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desplazamientos (cm)</li> <li>• Cortante basal (tn)</li> </ul>		
¿Cuál será la cortante basal del sistema estructural del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno – 2021?	Evaluar la cortante basal del sistema estructural del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno - 2021	el sistema estructural dual presenta mejor respuesta a la cortante basal ante un evento sísmico en la ciudad de Juliaca.					
¿Cuál será el nivel de desempeño del edificio de concreto armado, ante un evento sísmico en la ciudad de Juliaca?	Conocer la capacidad sísmica del punto de desempeño del sistema estructural del edificio Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno - 2021	El sistema estructural dual presenta mayor capacidad sísmica para el punto de desempeño del sistema estructural del edificio Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno – 2021					
¿Cuál será la capacidad sísmica del punto de desempeño del sistema estructural del edificio Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno – 2021?	Evaluar el nivel de desempeño del edificio de concreto armado, ante un evento sísmico en la ciudad de Juliaca.	El sistema estructural dual presenta un mejor nivel de desempeño para el edificio multifamiliar, Juliaca, Puno – 2021.				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desempeño sísmico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto de Desempeño (cm)</li> <li>• Nivel de Desempeño</li> <li>• Ductilidad del Sistema</li> </ul>
¿Cuál será la ductilidad del sistema estructural del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno – 2021?	Evaluar la ductilidad del sistema estructural del edificio multifamiliar Zúñiga Galicia, Juliaca, Puno – 2021	El sistema estructural dual presenta una mejor ductilidad para el edificio multifamiliar, Juliaca, Puno - 2021					

Anexo N° 2: Operacionalización de la variable independiente

<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>
Sistema Estructural del Edificio Multifamiliar.	Según la (NTP E.030 Diseño Sismorresistente, 2018), un sistema estructural se cataloga según al tipo de materiales que se usan y de acuerdo al sistema de estructuración sismorresistente que prevalece en cada sentido y/o dirección.	Se desarrollará el dimensionamiento de los elementos estructurales de cada sistema y ubicación de muros estructurales, para finalmente determinar la estructuración sismorresistente.	Sistema Existente	Dimensión de Vigas	<b>Razón</b>
				Dimensión de Columnas	<b>Razón</b>
				Peso Total de la Edificación	<b>Razón</b>
			Sistema Dual	Área de muros en el eje x-x	<b>Razón</b>
				Área de muros en el eje y-y	<b>Razón</b>

Anexo N° 3: Operacionalización de la Variable Dependiente

<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>
Respuesta Sísmica por el Método de Desempeño	Según (SEAOC Vision 2000 Committe, 1995), el método basado en el desempeño, permite el diseño de edificios con un comportamiento y/o respuesta predecible y a la vez confiable ante la actividad producida por un sismo.	<p>Se usará el programa ETABS v. 19 para modelar el sistema estructural y realizar una representación gráfica, análisis, evaluación e interpretación de los resultados obtenidos para determinar el comportamiento y respuesta sísmica del mismo.</p> <p>Se usará el programa ETABS V. 19 para modelar el sistema estructural y se aplicaran los criterios de análisis por desempeño (demanda y capacidad) obteniendo resultados de punto de desempeño, nivel de desempeño y ductilidad del sistema obteniéndose de esta manera la respuesta sísmica de los sistemas permitiendo finalmente la evaluación del comportamiento y respuesta sísmica del mismo.</p>	Respuesta Sísmica	Desplazamientos	<b>Intervalo</b>
				Cortante Basal	<b>Razón</b>
			Desempeño Sísmico	Punto de Desempeño	<b>Razón</b>
				Nivel de Desempeño	<b>Ordinal</b>
				Ductilidad del Sistema	<b>Razón</b>

Anexo N° 4: Ficha N° 1: Desplazamientos.

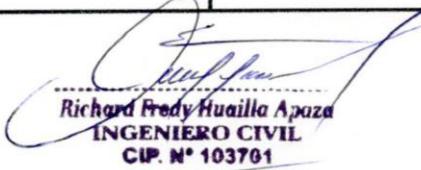
	<b>FICHA TECNICA N° 1</b>
---	---------------------------

<b>NOMBRE DEL INSTRUMENTO:</b>	FICHA TECNICA DE REGISTRO DE DATOS SOBRE DESPLAZAMIENTOS
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Carlos Calapuja Suaña Lenin Vladimir Yucra Ticona
<b>LUGAR:</b>	Juliaca

SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO				
NIVEL	DESPLAZAMIENTO		DESPLAZAMIENTO	
	EN LA DIRECCION X		EN LA DIRECCION Y	
BASE		cm		cm
NIVEL 1		cm		cm
NIVEL 2		cm		cm
NIVEL 3		cm		cm
NIVEL 4		cm		cm
NIVEL 5		cm		cm
NIVEL 6		cm		cm

SISTEMA ESTRUCTURAL DUAL				
NIVEL	DESPLAZAMIENTO		DESPLAZAMIENTO	
	EN LA DIRECCION X		EN LA DIRECCION Y	
BASE		cm		cm
NIVEL 1		cm		cm
NIVEL 2		cm		cm
NIVEL 3		cm		cm
NIVEL 4		cm		cm
NIVEL 5		cm		cm
NIVEL 6		cm		cm

<b>EXPERTO N° 1</b>		<b>CALIFICACION (0 - 1)</b>
<b>NOMBRE:</b>	Ing. Richard Fredy Huailla Apaza	0.9
<b>C.I.P.:</b>	103701	

 <b>Richard Fredy Huailla Apaza</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>CIP. N° 103701</b> Firma
--

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>FICHA TECNICA N° 1</b>
--	---------------------------

<b>NOMBRE DEL INSTRUMENTO:</b>	FICHA TECNICA DE REGISTRO DE DATOS SOBRE DESPLAZAMIENTOS
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Carlos Calapuja Suaña Lenin Vladimir Yucra Ticona
<b>LUGAR:</b>	Juliaca

SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO				
NIVEL	DESPLAZAMIENTO EN LA DIRECCION X		DESPLAZAMIENTO EN LA DIRECCION Y	
	BASE		cm	
NIVEL 1		cm		cm
NIVEL 2		cm		cm
NIVEL 3		cm		cm
NIVEL 4		cm		cm
NIVEL 5		cm		cm
NIVEL 6		cm		cm

SISTEMA ESTRUCTURAL DUAL				
NIVEL	DESPLAZAMIENTO EN LA DIRECCION X		DESPLAZAMIENTO EN LA DIRECCION Y	
	BASE		cm	
NIVEL 1		cm		cm
NIVEL 2		cm		cm
NIVEL 3		cm		cm
NIVEL 4		cm		cm
NIVEL 5		cm		cm
NIVEL 6		cm		cm

EXPERTO N° 2		CALIFICACION (0 - 1)
<b>NOMBRE:</b>	Ing. Rómulo Almonte Callata	0.85
<b>C.I.P.:</b>	132398	



  
**Rómulo Almonte Callata**  
**INGENIERO CIVIL**  
 Reg. CIP. 132398  
 Firma



### FICHA TECNICA N° 1

<b>NOMBRE DEL INSTRUMENTO:</b>	FICHA TECNICA DE REGISTRO DE DATOS SOBRE DESPLAZAMIENTOS
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Carlos Calapuja Suaña Lenin Vladimir Yucra Ticona
<b>LUGAR:</b>	Juliaca

SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO				
NIVEL	DESPLAZAMIENTO EN LA DIRECCION X		DESPLAZAMIENTO EN LA DIRECCION Y	
	BASE		cm	
NIVEL 1		cm		cm
NIVEL 2		cm		cm
NIVEL 3		cm		cm
NIVEL 4		cm		cm
NIVEL 5		cm		cm
NIVEL 6		cm		cm

SISTEMA ESTRUCTURAL DUAL				
NIVEL	DESPLAZAMIENTO EN LA DIRECCION X		DESPLAZAMIENTO EN LA DIRECCION Y	
	BASE		cm	
NIVEL 1		cm		cm
NIVEL 2		cm		cm
NIVEL 3		cm		cm
NIVEL 4		cm		cm
NIVEL 5		cm		cm
NIVEL 6		cm		cm

EXPERTO N° 2		CALIFICACION (0 - 1)
<b>NOMBRE:</b>	Ing. Rubén Alex Mamani Apaza	0.95
<b>C.I.P.:</b>	101576	

  
**Rubén Alex Mamani Apaza**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 101576  
Firma

Anexo N° 5: Ficha N° 2: Cortante Basal.

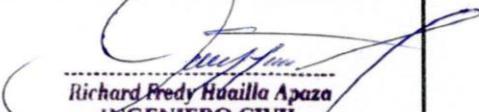
 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>FICHA TECNICA N° 2</b>
---	---------------------------

<b>NOMBRE DEL INSTRUMENTO:</b>	FICHA TECNICA DE REGISTRO DE DATOS SOBRE CORTANTE BASAL
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Carlos Calapuja Suaña Lenin Vladimir Yucra Ticona
<b>LUGAR:</b>	Juliaca

SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO				
NIVEL	CORTANTE BASAL EN LA DIRECCION X		CORTANTE BASAL EN LA DIRECCION Y	
	BASE		tonf	
NIVEL 1		tonf		tonf
NIVEL 2		tonf		tonf
NIVEL 3		tonf		tonf
NIVEL 4		tonf		tonf
NIVEL 5		tonf		tonf
NIVEL 6		tonf		tonf

SISTEMA ESTRUCTURAL DUAL				
NIVEL	CORTANTE BASAL EN LA DIRECCION X		CORTANTE BASAL EN LA DIRECCION Y	
	BASE		tonf	
NIVEL 1		tonf		tonf
NIVEL 2		tonf		tonf
NIVEL 3		tonf		tonf
NIVEL 4		tonf		tonf
NIVEL 5		tonf		tonf
NIVEL 6		tonf		tonf

EXPERTO N° 1		CALIFICACION (0 - 1)
<b>NOMBRE:</b>	Ing. Richard Fredy Huaila Apaza	0.9
<b>C.I.P.:</b>	103701	

  
 Richard Fredy Huaila Apaza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 103701  
 Firma



## FICHA TECNICA N° 2

<b>NOMBRE DEL INSTRUMENTO:</b>	FICHA TECNICA DE REGISTRO DE DATOS SOBRE CORTANTE BASAL
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Carlos Calapuja Suaña Lenin Vladimir Yucra Ticona
<b>LUGAR:</b>	Juliaca

SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO				
NIVEL	CORTANTE BASAL EN LA DIRECCION X		CORTANTE BASAL EN LA DIRECCION Y	
	BASE		tonf	
NIVEL 1		tonf		tonf
NIVEL 2		tonf		tonf
NIVEL 3		tonf		tonf
NIVEL 4		tonf		tonf
NIVEL 5		tonf		tonf
NIVEL 6		tonf		tonf

SISTEMA ESTRUCTURAL DUAL				
NIVEL	CORTANTE BASAL EN LA DIRECCION X		CORTANTE BASAL EN LA DIRECCION Y	
	BASE		tonf	
NIVEL 1		tonf		tonf
NIVEL 2		tonf		tonf
NIVEL 3		tonf		tonf
NIVEL 4		tonf		tonf
NIVEL 5		tonf		tonf
NIVEL 6		tonf		tonf

EXPERTO N° 2		CALIFICACION (0 - 1)
<b>NOMBRE:</b>	Ing. Rómulo Almonte Callata	0.85
<b>C.I.P.:</b>	132398	

  
  
Rómulo Almonte Callata  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 132398  
Firma

**FICHA TECNICA N° 2**

<b>NOMBRE DEL INSTRUMENTO:</b>	FICHA TECNICA DE REGISTRO DE DATOS SOBRE CORTANTE BASAL
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Carlos Calapuja Suaña Lenin Vladimir Yucra Ticona
<b>LUGAR:</b>	Juliaca

SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO				
NIVEL	CORTANTE BASAL EN LA DIRECCION X		CORTANTE BASAL EN LA DIRECCION Y	
	BASE		tonf	
NIVEL 1		tonf		tonf
NIVEL 2		tonf		tonf
NIVEL 3		tonf		tonf
NIVEL 4		tonf		tonf
NIVEL 5		tonf		tonf
NIVEL 6		tonf		tonf

SISTEMA ESTRUCTURAL DUAL				
NIVEL	CORTANTE BASAL EN LA DIRECCION X		CORTANTE BASAL EN LA DIRECCION Y	
	BASE		tonf	
NIVEL 1		tonf		tonf
NIVEL 2		tonf		tonf
NIVEL 3		tonf		tonf
NIVEL 4		tonf		tonf
NIVEL 5		tonf		tonf
NIVEL 6		tonf		tonf

EXPERTO N° 2		CALIFICACION (0 - 1)
<b>NOMBRE:</b>	Ing. Rubén Alex Mamani Apaza	0.95
<b>C.I.P.:</b>	101576	

  
  
Rubén Alex Mamani Apaza  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del C.O.P. en la fecha 17/11/13  
Firma

Anexo N° 6: Ficha N° 3: Punto de Desempeño.

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>FICHA TECNICA N° 3</b>
--	---------------------------

<b>NOMBRE DEL INSTRUMENTO:</b>	FICHA TECNICA DE REGISTRO DE DATOS SOBRE PUNTO DE DESEMPEÑO
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Carlos Calapuja Suaña Lenin Vladimir Yucra Ticona
<b>LUGAR:</b>	Juliaca

PUNTO DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO			
DIRECCION	SISMO	Dp (m)	V (tonf)
X - X	Frecuente		
	Servicio		
	Diseño		
	Maximo		
Y - Y	Frecuente		
	Servicio		
	Diseño		
	Maximo		

PUNTO DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRUCTURAL DUAL			
DIRECCION	SISMO	Dp (m)	V (tonf)
X - X	Frecuente		
	Servicio		
	Diseño		
	Maximo		
Y - Y	Frecuente		
	Servicio		
	Diseño		
	Maximo		

EXPERTO N° 1		CALIFICACION (0 - 1)
<b>NOMBRE:</b>	Ing. Richard Fredy Huaila Apaza	0.9
<b>C.I.P.:</b>	103701	

 <b>Richard Fredy Huaila Apaza</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>CIP. N° 103701</b>
Firma

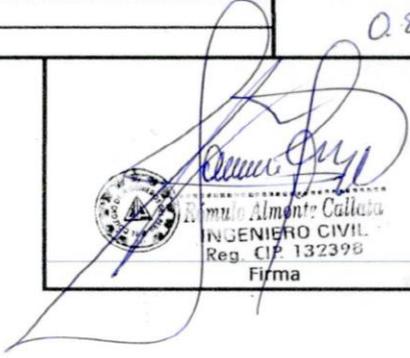
**FICHA TECNICA N° 3**

<b>NOMBRE DEL INSTRUMENTO:</b>	FICHA TECNICA DE REGISTRO DE DATOS SOBRE PUNTO DE DESEMPEÑO
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Carlos Calapuja Suaña Lenin Vladimir Yucra Ticona
<b>LUGAR:</b>	Juliaca

PUNTO DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO			
DIRECCION	SISMO	Dp (m)	V (tonf)
X - X	Frecuente		
	Servicio		
	Diseño		
	Maximo		
Y - Y	Frecuente		
	Servicio		
	Diseño		
	Maximo		

PUNTO DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRUCTURAL DUAL			
DIRECCION	SISMO	Dp (m)	V (tonf)
X - X	Frecuente		
	Servicio		
	Diseño		
	Maximo		
Y - Y	Frecuente		
	Servicio		
	Diseño		
	Maximo		

EXPERTO N° 2		CALIFICACION (0 - 1)
<b>NOMBRE:</b>	Ing. Rómulo Almonte Callata	0.85
<b>C.I.P.:</b>	132398	

  
  
Rómulo Almonte Callata  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 132398  
Firma

	<b>FICHA TECNICA N° 3</b>
---	---------------------------

<b>NOMBRE DEL INSTRUMENTO:</b>	FICHA TECNICA DE REGISTRO DE DATOS SOBRE PUNTO DE DESEMPEÑO
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Carlos Calapuja Suaña Lenin Vladimir Yuca Ticona
<b>LUGAR:</b>	Juliaca

PUNTO DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO			
DIRECCION	SISMO	Dp (m)	V (tonf)
X - X	Frecuente		
	Servicio		
	Diseño		
	Maximo		
Y - Y	Frecuente		
	Servicio		
	Diseño		
	Maximo		

PUNTO DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRUCTURAL DUAL			
DIRECCION	SISMO	Dp (m)	V (tonf)
X - X	Frecuente		
	Servicio		
	Diseño		
	Maximo		
Y - Y	Frecuente		
	Servicio		
	Diseño		
	Maximo		

<b>EXPERTO N° 2</b>		<b>CALIFICACION (0 - 1)</b>
<b>NOMBRE:</b>	Ing. Rubén Alex Mamani Apaza	0.95
<b>C.I.P.:</b>	101576	

  <b>Rubén Alex Mamani Apaza</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <small>Asoc. del Colegio de Ingenieros N° 101576</small>
Firma

Anexo N° 7: Ficha N° 4: Nivel de Desempeño.

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>FICHA TECNICA N° 4</b>
--	---------------------------

<b>NOMBRE DEL INSTRUMENTO:</b>	FICHA TECNICA DE REGISTRO DE DATOS SOBRE NIVEL DE DESEMPEÑO
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Carlos Calapuja Suaña Lenin Vladimir Yucra Ticona
<b>LUGAR:</b>	Juliaca

NIVEL DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO						
DIRECCION	SISMO	OCUPACIONAL	FUNCIONAL	RESGUARDO DE LA VIDA	CERCA AL COLAPSO	CUMPLE
X - X	Frecuente					
	Servicio					
	Diseño					
	Maximo					
Y - Y	Frecuente					
	Servicio					
	Diseño					
	Maximo					

NIVEL DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRUCTURAL DUAL						
DIRECCION	SISMO	OCUPACIONAL	FUNCIONAL	RESGUARDO DE LA VIDA	CERCA AL COLAPSO	CUMPLE
X - X	Frecuente					
	Servicio					
	Diseño					
	Maximo					
Y - Y	Frecuente					
	Servicio					
	Diseño					
	Maximo					

EXPERTO N° 1		CALIFICACION (0 - 1)
<b>NOMBRE:</b>	Ing. Richard Fredy Huaila Apaza	0.9
<b>C.I.P.:</b>	103701	

  
 Richard Fredy Huaila Apaza  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. N° 103701**  
 Firma

**FICHA TECNICA N° 4**

<b>NOMBRE DEL INSTRUMENTO:</b>	FICHA TECNICA DE REGISTRO DE DATOS SOBRE NIVEL DE DESEMPEÑO
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Carlos Calapuja Suaña Lenin Vladimir Yucra Ticona
<b>LUGAR:</b>	Juliaca

NIVEL DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO						
DIRECCION	SISMO	OCUPACIONAL	FUNCIONAL	RESGUARDO DE LA VIDA	CERCA AL COLAPSO	CUMPLE
X - X	Frecuente					
	Servicio					
	Diseño					
	Maximo					
Y - Y	Frecuente					
	Servicio					
	Diseño					
	Maximo					

NIVEL DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRUCTURAL DUAL						
DIRECCION	SISMO	OCUPACIONAL	FUNCIONAL	RESGUARDO DE LA VIDA	CERCA AL COLAPSO	CUMPLE
X - X	Frecuente					
	Servicio					
	Diseño					
	Maximo					
Y - Y	Frecuente					
	Servicio					
	Diseño					
	Maximo					

EXPERTO N° 2		CALIFICACION (0 - 1)
<b>NOMBRE:</b>	Ing. Rómulo Almonte Callata	0.85
<b>C.I.P.:</b>	132398	

  
*Rómulo Almonte Callata*  
Rómulo Almonte Callata  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. 132398  
Firma



FICHA TECNICA N° 4

<b>NOMBRE DEL INSTRUMENTO:</b>	FICHA TECNICA DE REGISTRO DE DATOS SOBRE NIVEL DE DESEMPEÑO
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Carlos Calapuja Suaña Lenin Vladimir Yucra Ticona
<b>LUGAR:</b>	Juliaca

NIVEL DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRCUTURAL APORTICADO						
DIRECCION	SISMO	OCUPACIONAL	FUNCIONAL	RESGUARDO DE LA VIDA	CERCA AL COLAPSO	CUMPLE
X - X	Frecuente					
	Servicio					
	Diseño					
	Maximo					
Y - Y	Frecuente					
	Servicio					
	Diseño					
	Maximo					

NIVEL DE DESEMPEÑO - SISTEMA ESTRCUTURAL DUAL						
DIRECCION	SISMO	OCUPACIONAL	FUNCIONAL	RESGUARDO DE LA VIDA	CERCA AL COLAPSO	CUMPLE
X - X	Frecuente					
	Servicio					
	Diseño					
	Maximo					
Y - Y	Frecuente					
	Servicio					
	Diseño					
	Maximo					

EXPERTO N° 2		CALIFICACION (0 - 1)
<b>NOMBRE:</b>	Ing. Rubén Alex Mamani Apaza	0.95
<b>C.I.P.:</b>	101576	

  
 Rubén Alex Mamani Apaza  
 INGENIERO CIVIL  
 Firma

Anexo N° 8: Ficha N° 5: Ductilidad del Sistema.

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>FICHA TECNICA N° 5</b>		
<b>NOMBRE DEL INSTRUMENTO:</b>	FICHA TECNICA DE REGISTRO DE DATOS SOBRE DUCTILIDAD		
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Carlos Calapuja Suaña Lenin Vladimir Yucra Ticona		
<b>LUGAR:</b>	Juliaca		
<b>FORMULA DE LA DUCTILIDAD</b>			
$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y}$			
<b>DUCTILIDAD - SISTEMA ESTRCUTURAL APORTICADO</b>			
DIRECCION	Dpi	Dy	DUCTILIDAD DE LA ESTRUCTURA
X - X			
Y - Y			
<b>DUCTILIDAD - SISTEMA ESTRCUTURAL DUAL</b>			
DIRECCION	Dpi	Dy	DUCTILIDAD DE LA ESTRUCTURA
X - X			
Y - Y			
<b>EXPERTO N° 1</b>			<b>CALIFICACION (0 - 1)</b>
<b>NOMBRE:</b>	Ing. Richard Fredy Huaila Apaza		0.9
<b>C.I.P.:</b>	103701		
 <b>Richard Fredy Huaila Apaza</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>CIP. N° 103701</b> Firma			

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>FICHA TECNICA N° 5</b>
--	---------------------------

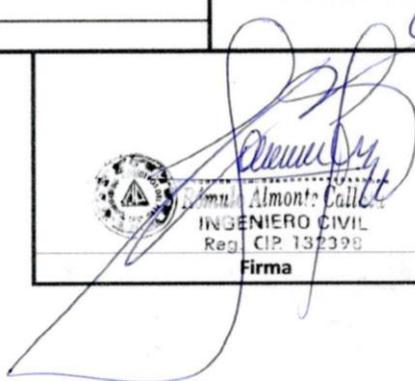
<b>NOMBRE DEL INSTRUMENTO:</b>	FICHA TECNICA DE REGISTRO DE DATOS SOBRE DUCTILIDAD
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Carlos Calapuja Suaña Lenin Vladimir Yucra Ticona
<b>LUGAR:</b>	Juliaca

FORMULA DE LA DUCTILIDAD	
$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y}$	

DUCTILIDAD - SISTEMA ESTRCUTURAL APORTICADO			
DIRECCION	Dpi	Dy	DUCTILIDAD DE LA ESTRCUTURA
X - X			
Y - Y			

DUCTILIDAD - SISTEMA ESTRCUTURAL DUAL			
DIRECCION	Dpi	Dy	DUCTILIDAD DE LA ESTRCUTURA
X - X			
Y - Y			

EXPERTO N° 2		CALIFICACION (0 - 1)
<b>NOMBRE:</b>	Ing. Rómulo Almonte Callata	0.85
<b>C.I.P.:</b>	132398	

  <b>Rómulo Almonte Callata</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP. 132398 <b>Firma</b>
--

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>FICHA TECNICA N° 5</b>
--	---------------------------

<b>NOMBRE DEL INSTRUMENTO:</b>	FICHA TECNICA DE REGISTRO DE DATOS SOBRE DUCTILIDAD
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Carlos Calapuja Suaña Lenin Vladimír Yucra Ticona
<b>LUGAR:</b>	Juliaca

FORMULA DE LA DUCTILIDAD
$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y}$

DUCTILIDAD - SISTEMA ESTRCUTURAL APORTICADO			
DIRECCION	Dpi	Dy	DUCTILIDAD DE LA ESTRCUTURA
X - X			
Y - Y			

DUCTILIDAD - SISTEMA ESTRCUTURAL DUAL			
DIRECCION	Dpi	Dy	DUCTILIDAD DE LA ESTRCUTURA
X - X			
Y - Y			

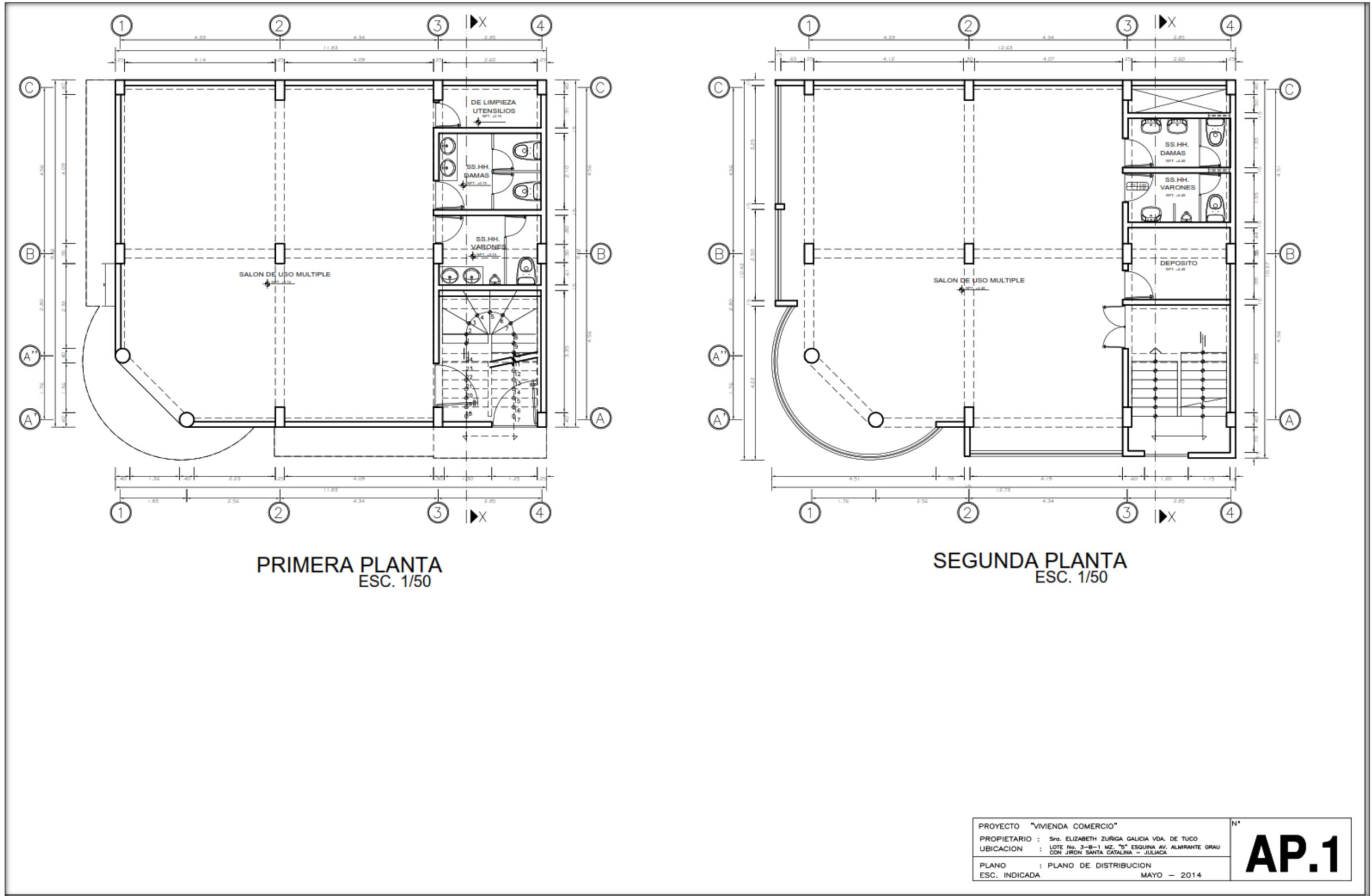
EXPERTO N° 2		CALIFICACION (0 - 1)
<b>NOMBRE:</b>	Ing. Rubén Alex Mamani Apaza	0.95
<b>C.I.P.:</b>	101576	



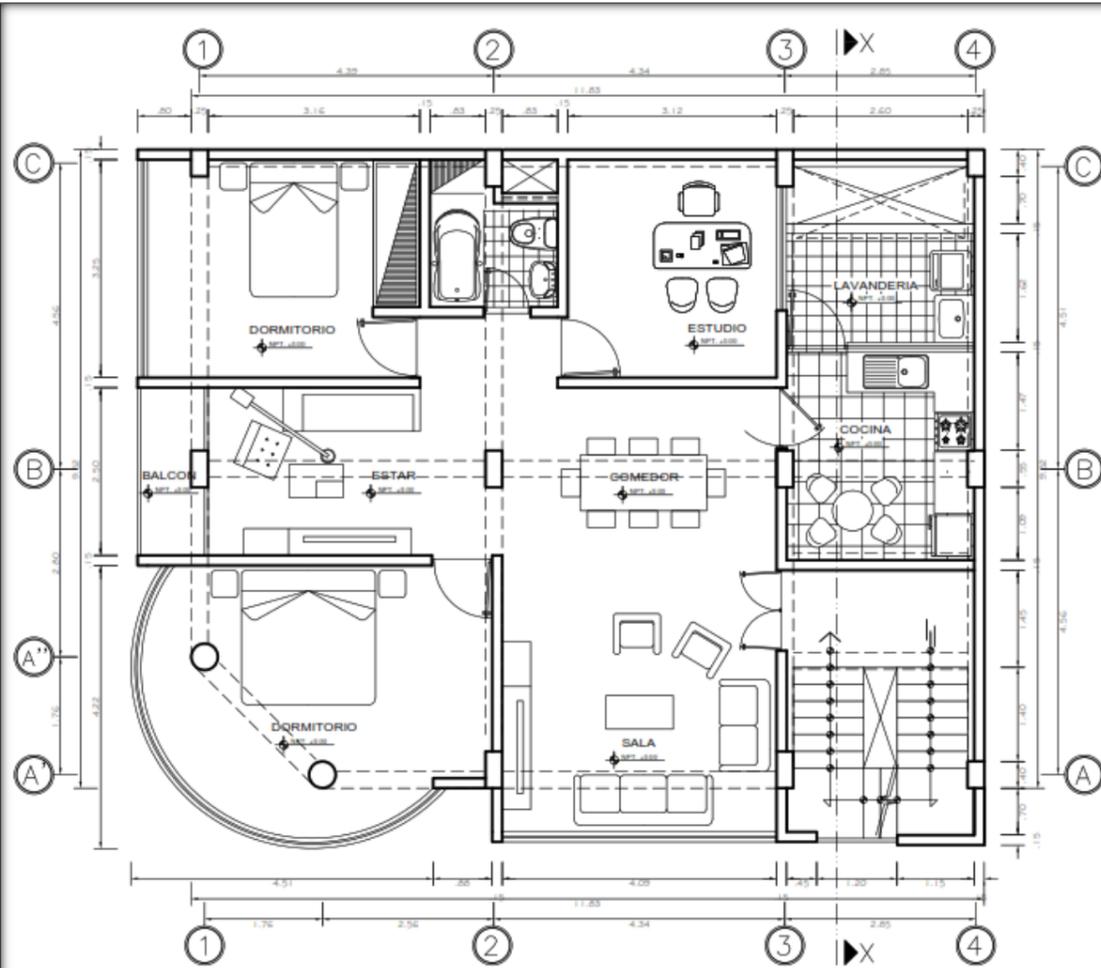
Anexo N° 9: Licencia de uso del software ETABS V. 19



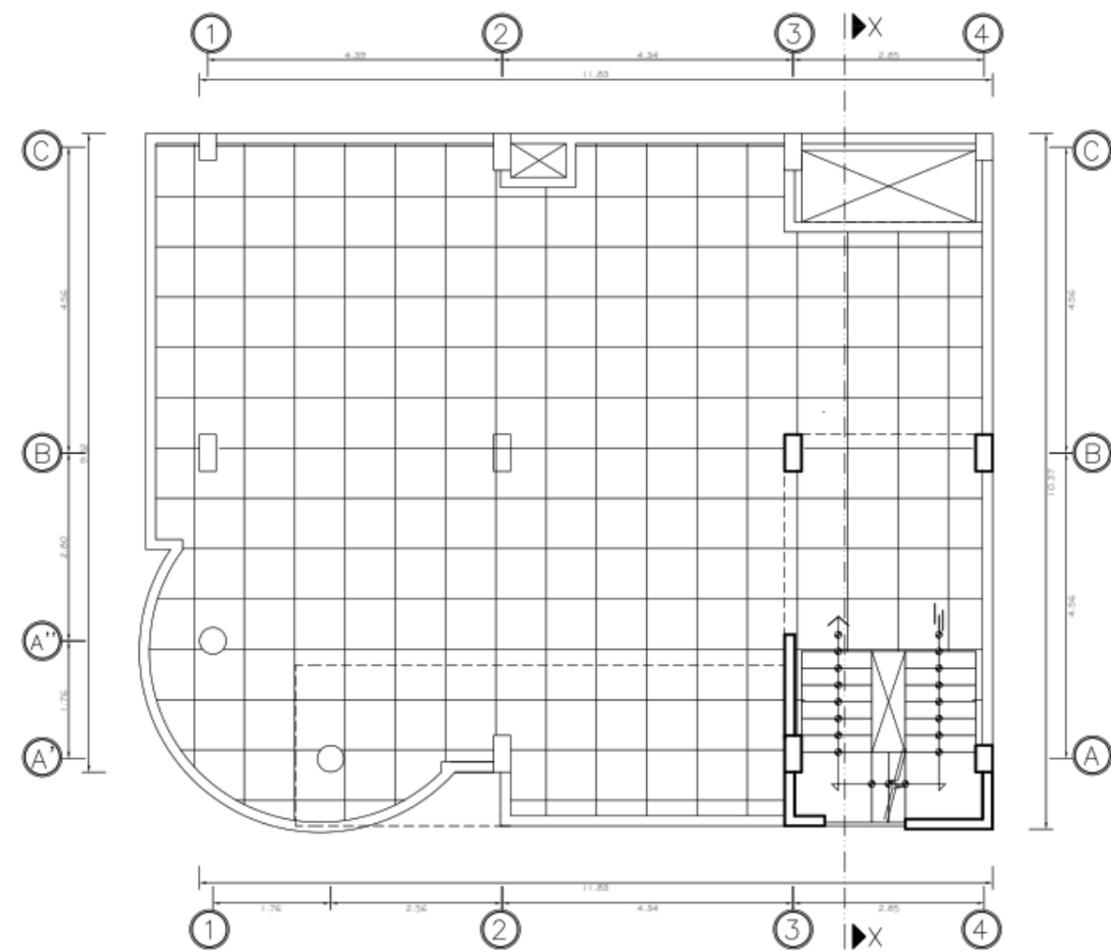
Anexo N° 10: Planos.



PROYECTO "VIVIENDA COMERCIO"	<b>AP.1</b>
PROPIETARIO : Sra. ELIZABETH ZUÑIGA GALICIA VDA. DE TUO	
UBICACION : LOTE No. 3-B-1 MZ. 7a ESQUINA AV. ALMIRANTE ORAU CON JIRON SANTA CATALINA - JULIACA	
PLANO : PLANO DE DISTRIBUCION	
ESC. INDICADA : MAYO - 2014	



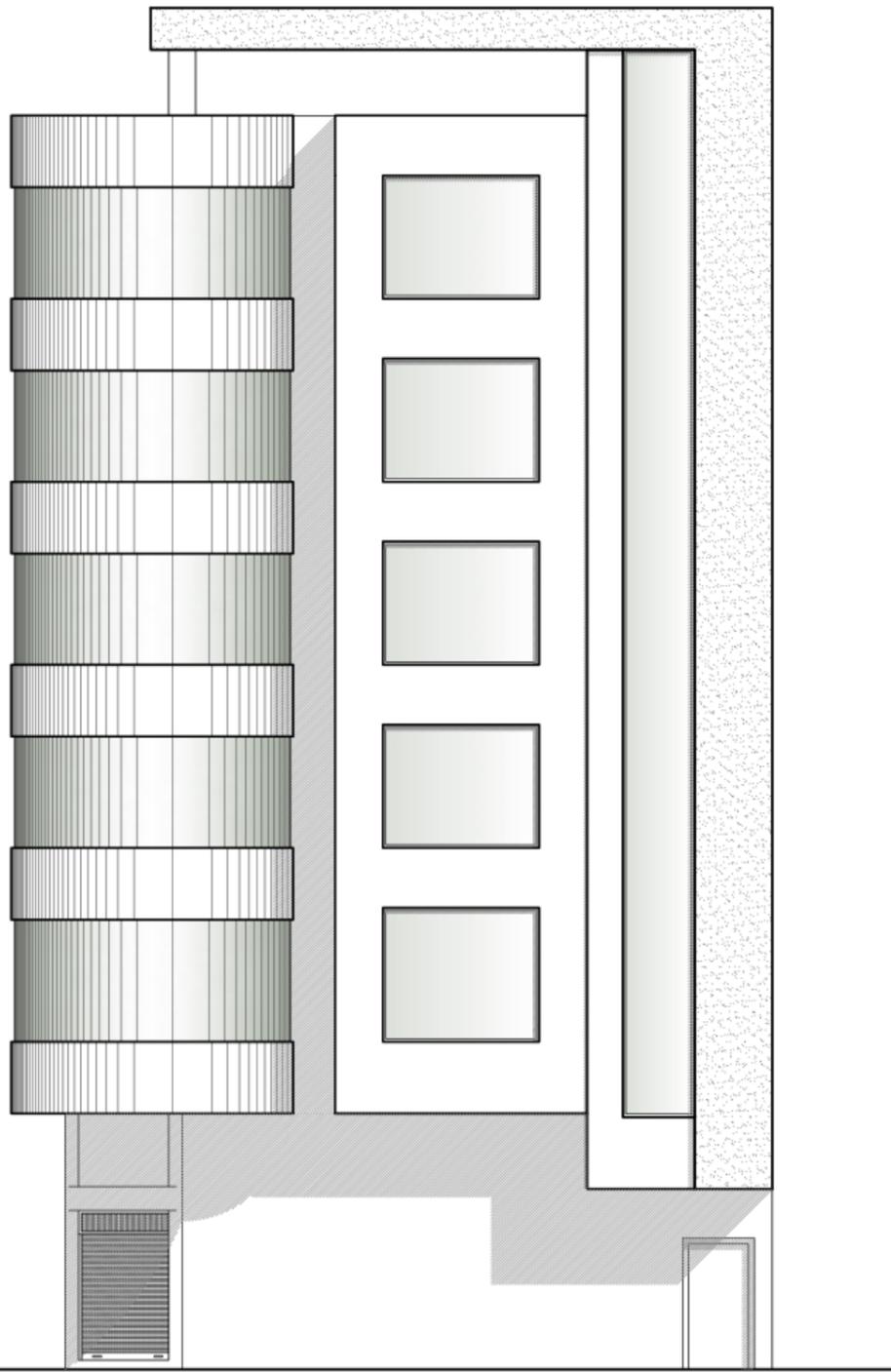
3°, 4°, 5°, 6° PLANTA  
ESC. 1/50



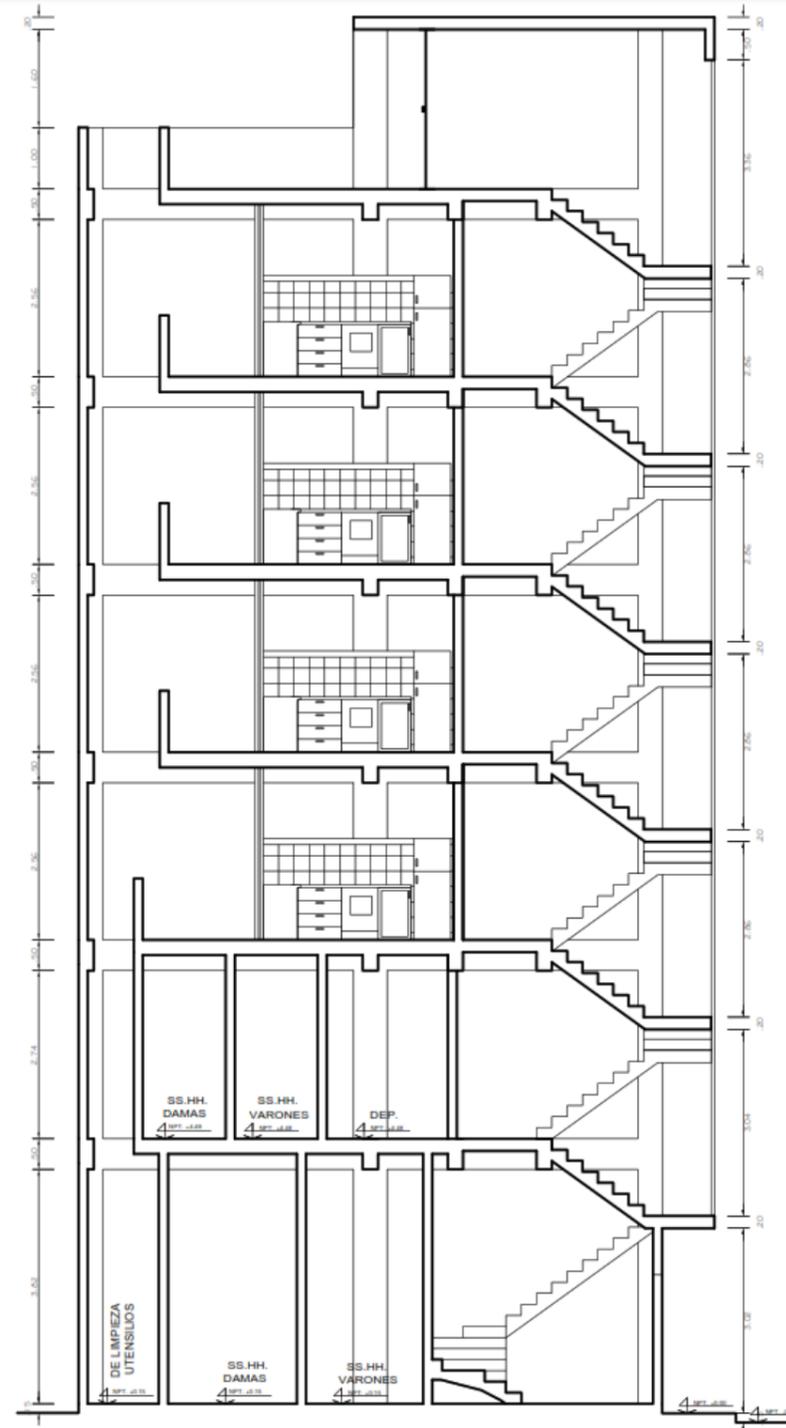
AZOTEA  
ESC. 1/50

PROYECTO "VIVIENDA COMERCIO"  
 PROPIETARIO : Sra. ELIZABETH ZURIGA GALICIA VDA. DE TUO  
 UBICACION : LOTE No. 3-B-1 MZ. 75ª ESQUINA AV. ALMIRANTE GRAU  
 CON JIRON SANTA CATALINA - JULIACA  
 PLANO : PLANO DE DISTRIBUCION  
 ESC. INDICADA : MAYO - 2014

N°  
**AP.2**



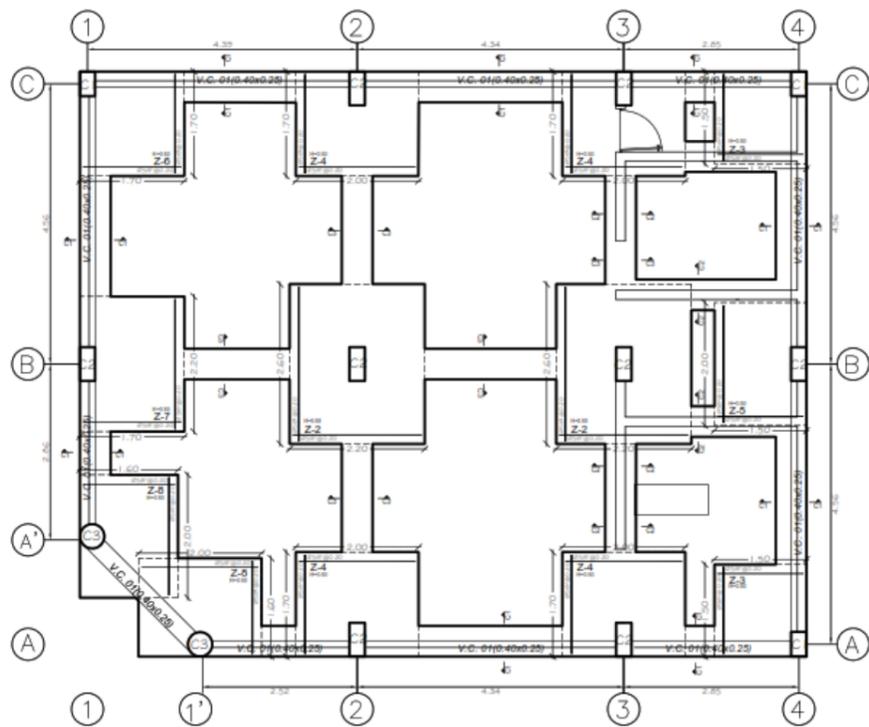
ELEVACION PRINCIPAL  
ESC. 1/50



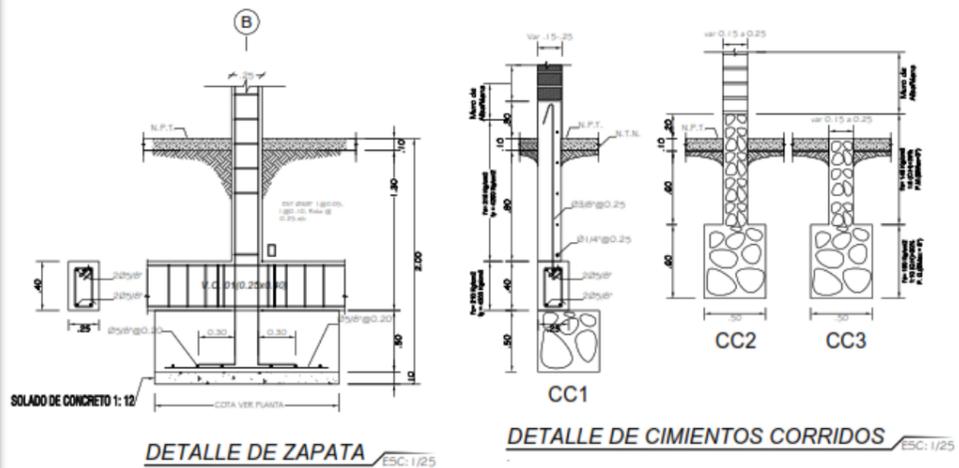
CORTE X - X  
ESC. 1/50

PROYECTO "VIVIENDA COMERCIO"  
 PROPIETARIO : Sra. ELIZABETH ZURIGA GALICIA VDA. DE TUCCO  
 UBICACION : LOTE No. 3-B-1 MZ. 75ª ESQUINA AV. ALMIRANTE GRAU  
 CON JIRON SANTA CATALINA - JULIACA  
 PLANO : PLANO DE DISTRIBUCION  
 ESC. INDICADA MAYO - 2014

N°  
**AP.3**

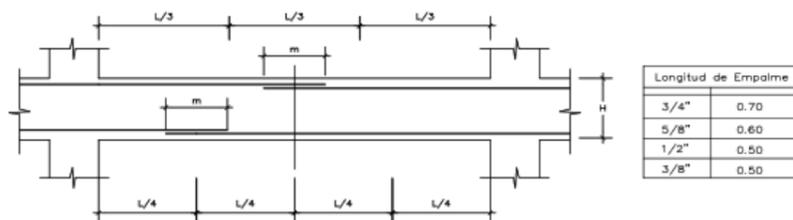
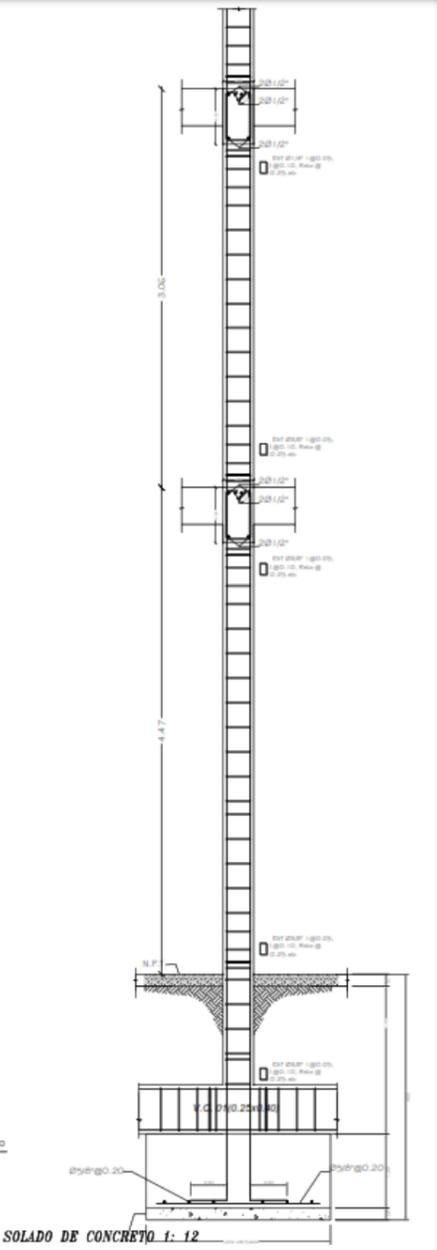


CUADRO DE COLUMNAS						
ESQUEMA	1º NIVEL	2º NIVEL	3º NIVEL	4º NIVEL	5º NIVEL	6º NIVEL
<b>C1</b> Ø 300' 2Ø0.05, 1Ø0.10, 2Ø0.15, RosaØ0.25, ø6						
<b>C2</b> Ø 300' 2Ø0.05, 1Ø0.10, 2Ø0.15, RosaØ0.25, ø6						
<b>C3</b> Ø 300' 2Ø0.05, 1Ø0.10, 2Ø0.15, RosaØ0.25, ø6						



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
<b>CONCRETO CICLOPEO:</b>	
CEMENTO:	CEMENTO HORMIGON 1:10 + 30% PIEDRA MEDIANA 3" MAXIMO
SOBREDIMENTO:	CEMENTO HORMIGON 1:8 + 25% PIEDRA MEDIANA 3" MAXIMO
<b>RESISTENCIA</b>	
RESISTENCIA DE TERRENO:	1.20 kg/cm2
<b>CONCRETO ARMADO:</b>	
CONCRETO - COLUMNAS:	fc = 210 kg/cm2
CONCRETO - VIGAS:	fc = 210 kg/cm2
ACERO:	fy = 4200 kg/cm2
<b>SOBRECARGA:</b>	
TECHO 1 PISO:	200 kg/m2
TECHO 2 PISO:	200 kg/m2
TECHO 3', 4', 5' PISO:	200 kg/m2
<b>MORTERO:</b>	
PARA LADRILLOS KING KONG DE Fm = 35 Kg/cm (1:4 CEMENTO, ARENA) LLENANDO COMPLETAMENTE LAS JUNTAS VERTICALES Y HORIZONTALES DE DILATACION (USAR TECNOPORT).	
<b>RECURSOS DEL ACERO</b>	
CEMENTACION:	7.5 cm COLUMNA Y ZAPATAS
LOSAS Y ESCALERA:	3.00 cm
<b>TRASLAPE</b>	
# 3/8"	= 40 cm
# 1/2"	= 50 cm
# 5/8"	= 60 cm

Ø	r(cm.)	a(cm.)
1/4"	1.3	6.5
3/8"	2.0	10.0
1/2"	2.5	12.5



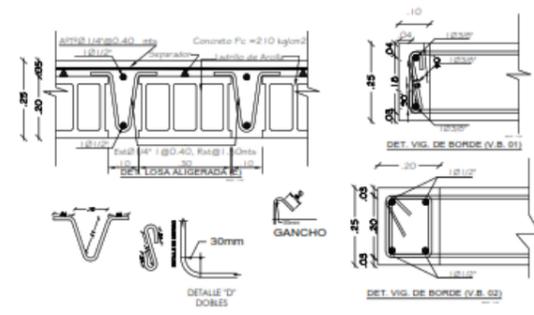
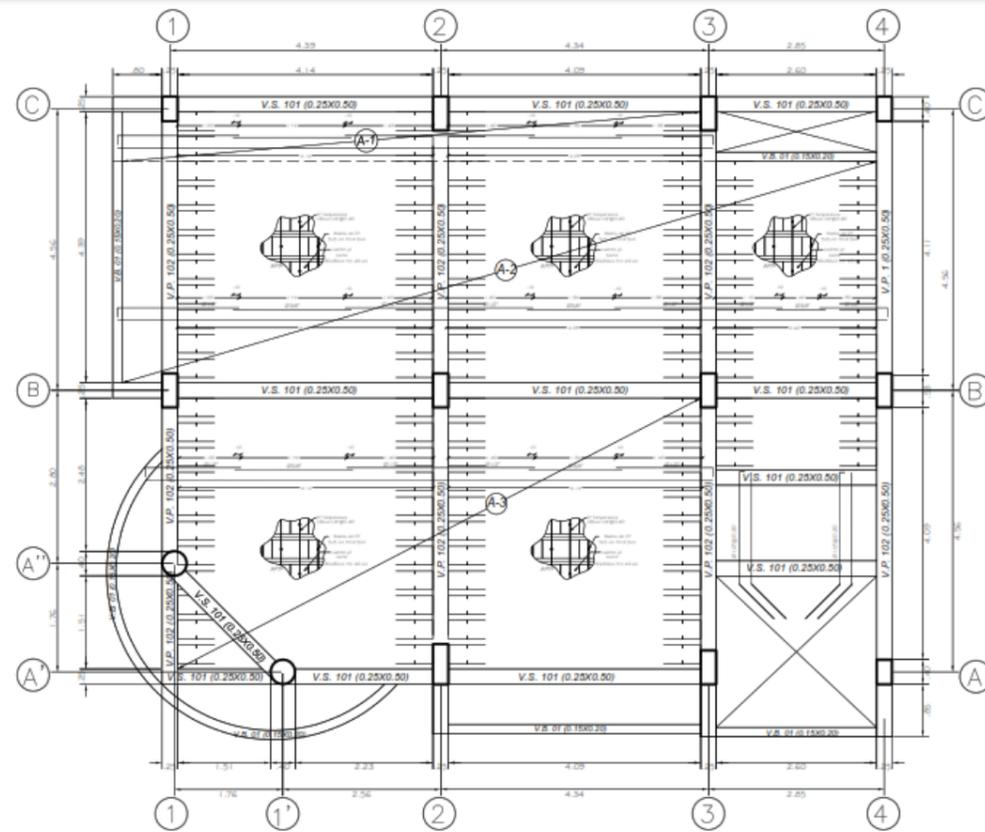
CUADRO DE GANCHOS STANDARD EN VARILLAS DE FIERRO CORRUGADAS	
Ø	G(cm)
1/4"	15
3/8"	20
1/2"	25
5/8"	35
3/4"	45

**NOTA:**  
EL ACERO DE REFUERZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL, EN VIGAS Y LOSA DE CIMENTACION, COLUMNA Y VIGAS, DEBERAN TERMINAR EN GANCHOS STANDARD, LOS CUALES SE ALOJARAN EN EL CONCRETO CON LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN EL CUADRO MOSTRADO.

**DESCRIPCION** ESC: Escala

PROYECTO "VIVIENDA COMERCIO"  
 PROPIETARIO : Sra. ELIZABETH ZURIGA CALICIA VDA. DE TUICO  
 UBICACION : LOTE No. 3-B-1 MZ. "B" ESQUINA AV. ALMIRANTE GRAU CON JIRON SANTA CATALINA - JULIACA  
 PLANO : PLANO DE CIMENTACION  
 ESC. INDICADA : MAYO - 2014

**EP.1**



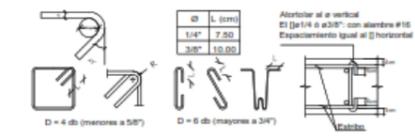
**EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS Y ALIGERADOS**



LONGITUDES DE EMPALME (x) (")		
Ø	Refuerzo Inferior	Refuerzo Superior
3/8"	0.40	0.55
1/2"	0.40	0.60
5/8"	0.50	0.70
3/4"	0.65	0.80
1"	1.15	1.60

**NOTA:**  
 a. NO EMPALMAR MAS DEL 50 % DEL AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION.  
 b. EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS o CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS AUMENTAR LA LONGITUD EN UN 10 % o CONSULTAR AL PROYECTISTA.  
 c. PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25 cm. PARA PERFILES DE 30" Y 35 cm. PARA 10" o 80cm.

**LONGITUDES RECTA DE GANCHOS DE ESTRIBOS**



**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

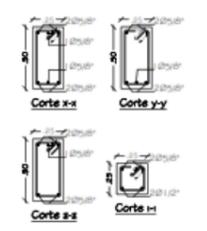
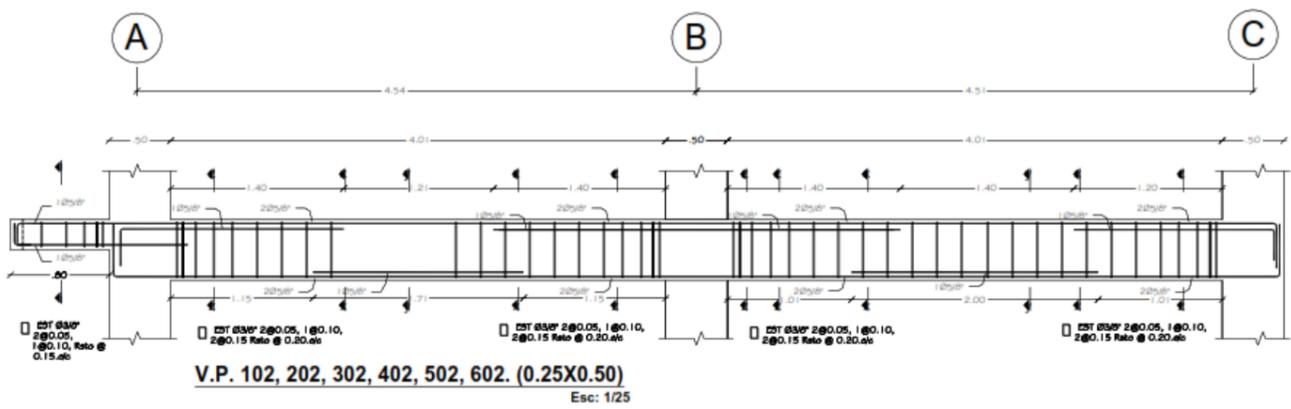
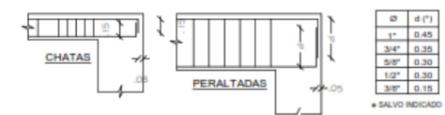
**CONCRETO CICLOPEO:**  
 CEMENTO: CEMENTO HORMIGON 1:10 + 30% PIEDRA GRANDE 6" MAXIMO  
 SOBRECIMENTO: CEMENTO HORMIGON 1:8 + 25%

**RESISTENCIA**  
 RESISTENCIA DE TERRENO: 1.00kg/cm<sup>2</sup> (VER EN OBRA)

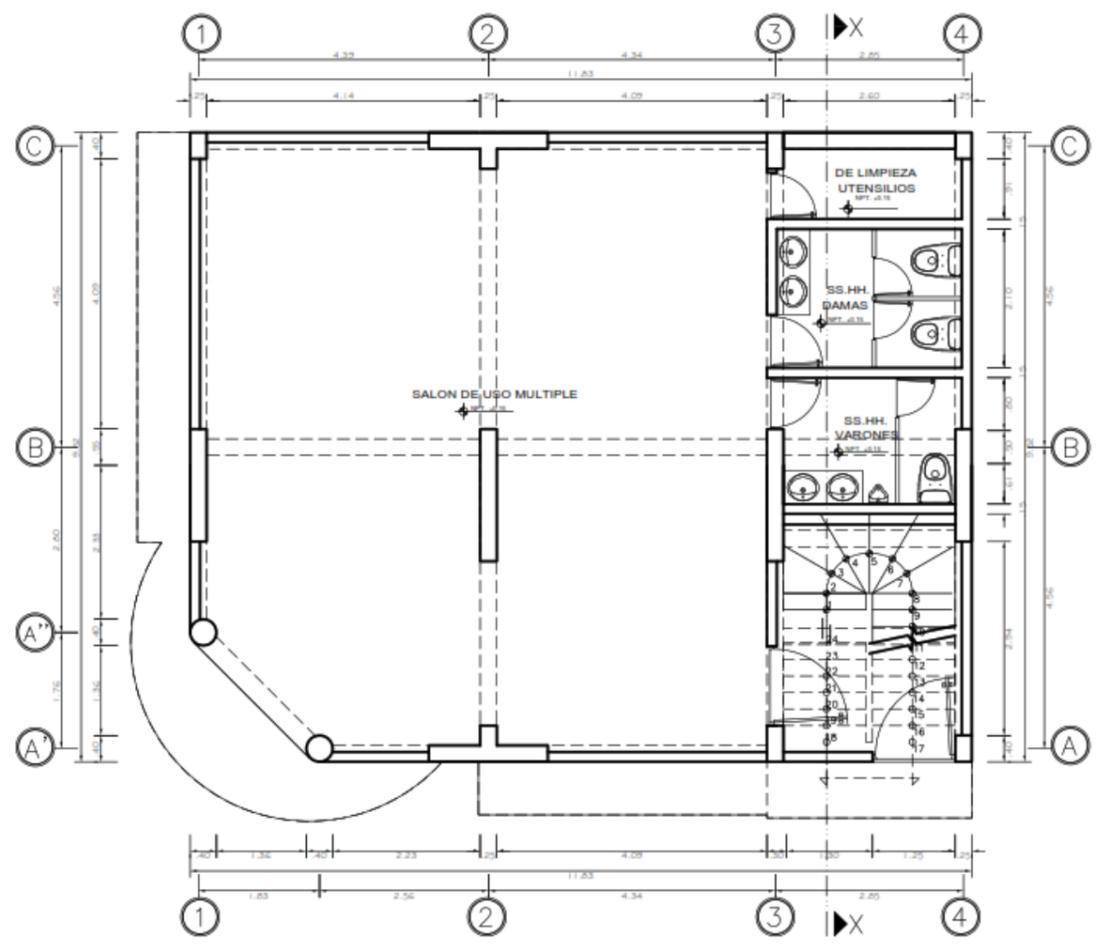
**CONCRETO ARMADO:**  
 CONCRETO - SOBRECIMENTOS ARMADOS  
 CONCRETO - COLUMNAS  
 CONCRETO - VIGAS  
 ACERO

**MORTERO:**  
 PARA LADILLOS KING KONG DE Fm = 35 Kg/cm<sup>2</sup> ( 1:4 CEMENTO, ARENA) LLENANDO COMPLETAMENTE LAS JUNTAS VERTICALES Y HORIZONTALES DE DILATACION 1" (USAR TECNOPORT).

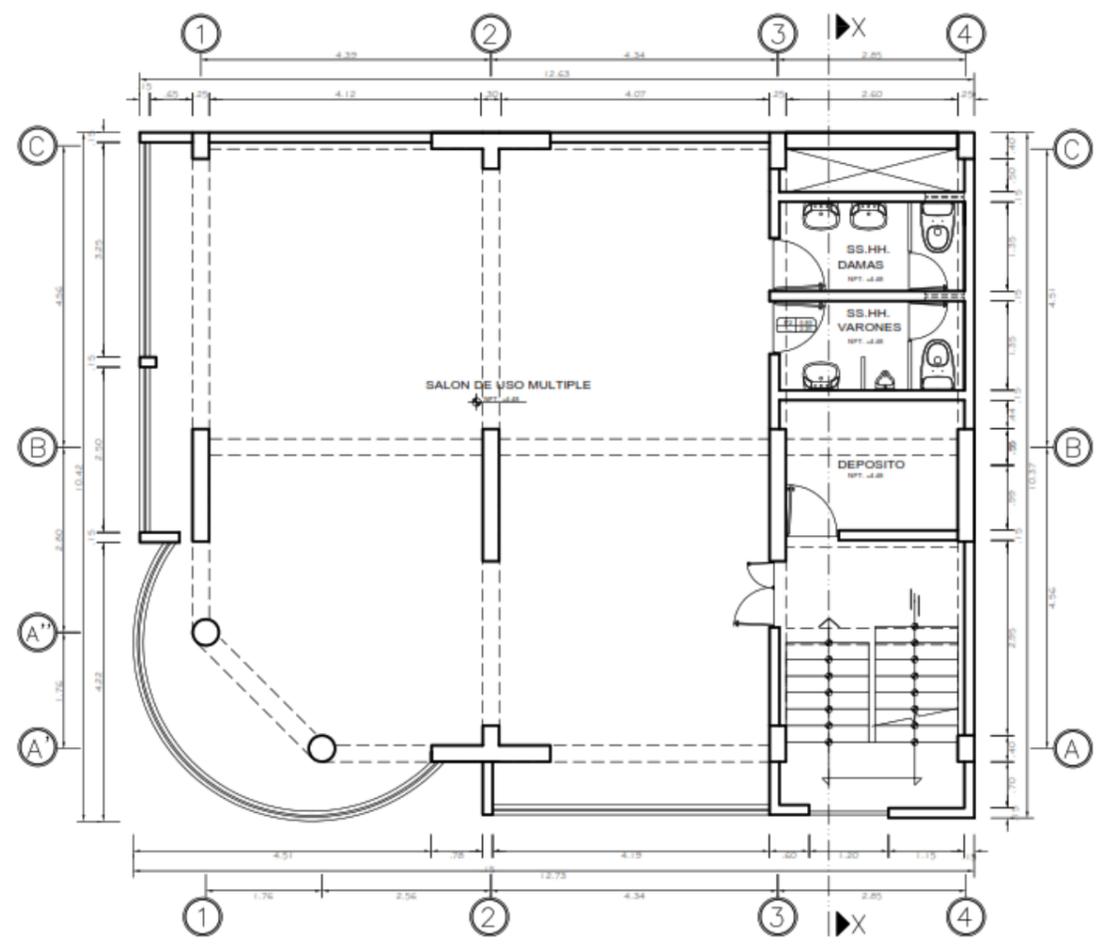
**LONGITUDES DE ANCLAJE TÍPICO DE VIGAS**



PROYECTO "VIVIENDA COMERCIO" PROPIETARIO : Sra. ELIZABETH ZURIGA GALICIA VDA. DE TUCO UBICACION : LOTE No. 3-B-1 MZ. 7ª ESQUINA AV. ALMIRANTE GRAU CON JIRÓN SANTA CATALINA - JULIACA PLANO : LOSA ALIGERADA ESC. INDICADA : MAYO - 2014	EP.2
--	------

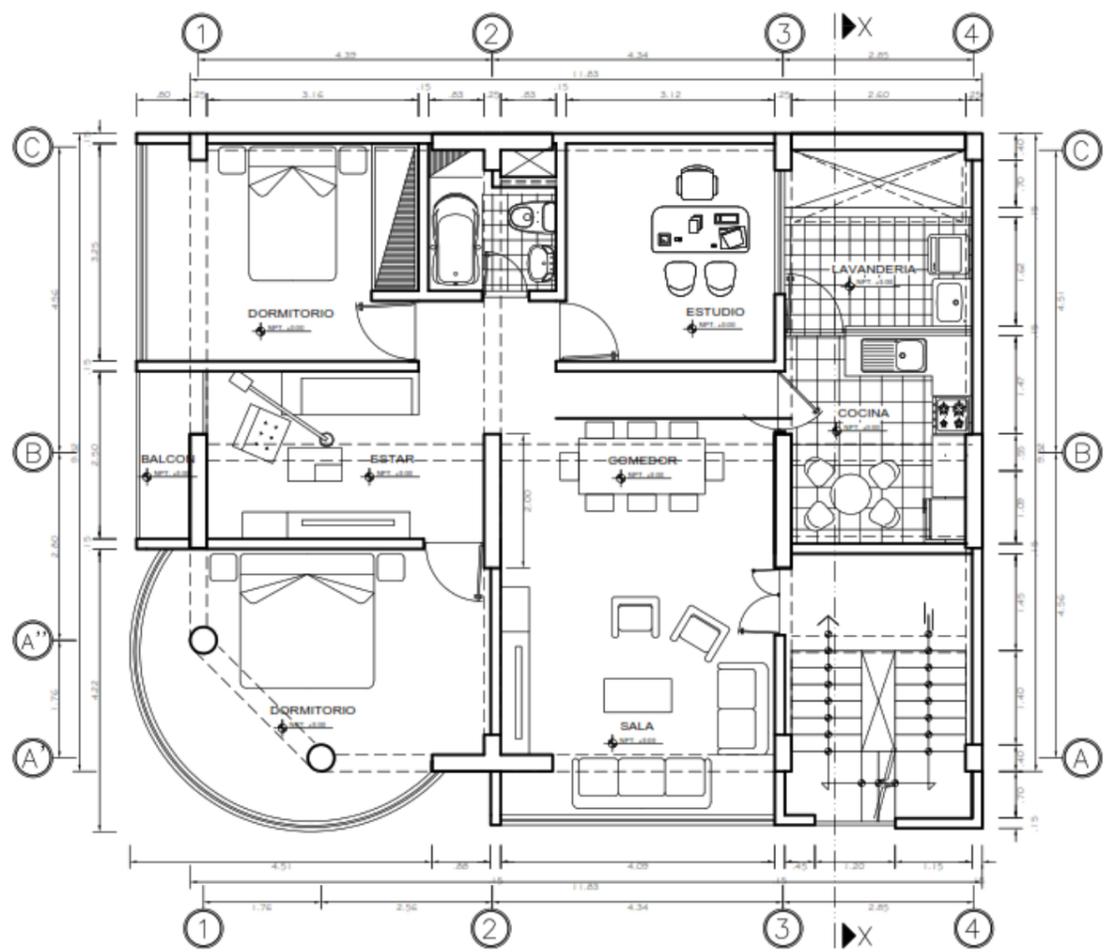


PRIMERA PLANTA  
ESC. 1/50

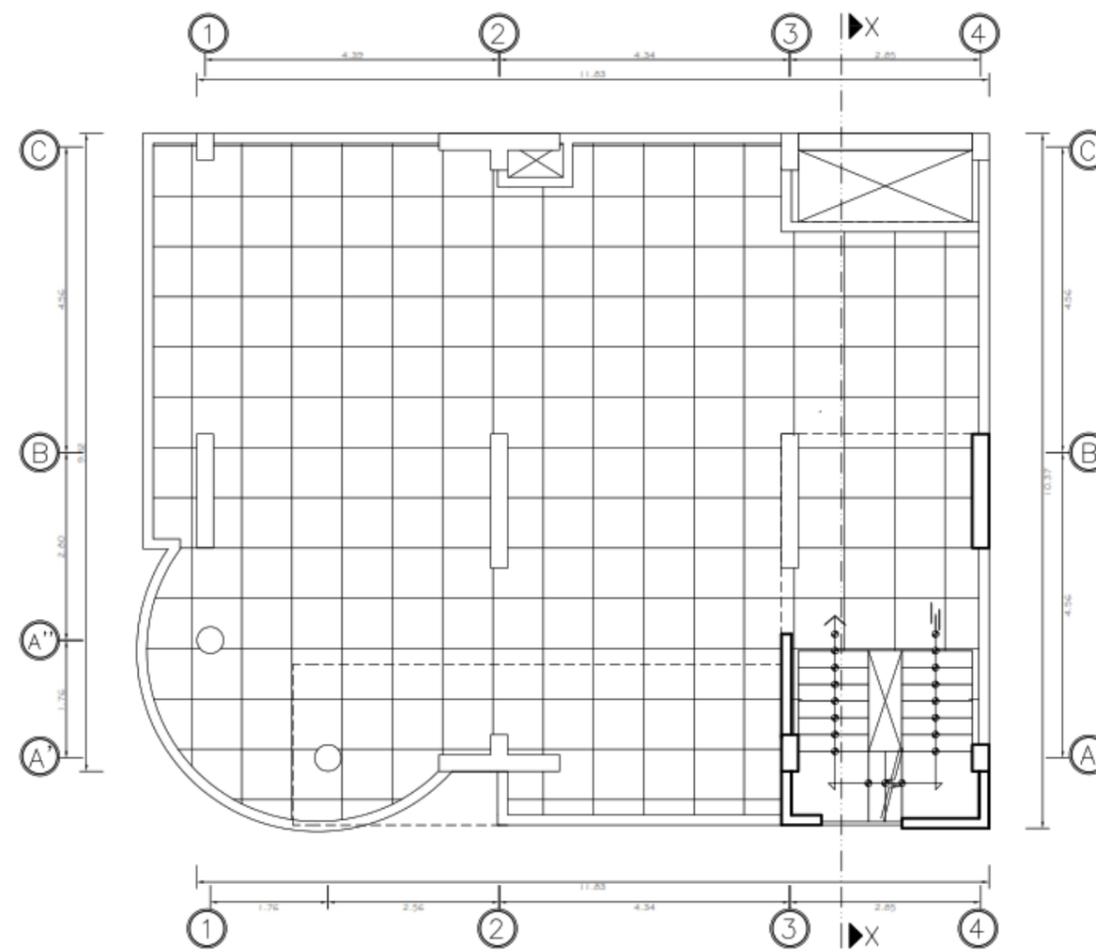


SEGUNDA PLANTA  
ESC. 1/50

PROYECTO	"VIVIENDA COMERCIO"	N°	<b>AD-1</b>
PROPIETARIO	Sra. ELIZABETH ZURIGA GALICIA VDA. DE TUO		
UBICACION	LOTE No. 3-B-1 MZ. "B" ESQUINA AV. ALMIRANTE GRAU CON JIRON SANTA CATALINA - JULIACA		
PLANO	PLANO DE DISTRIBUCION		
ESC. INDICADA	MAYO - 2014		

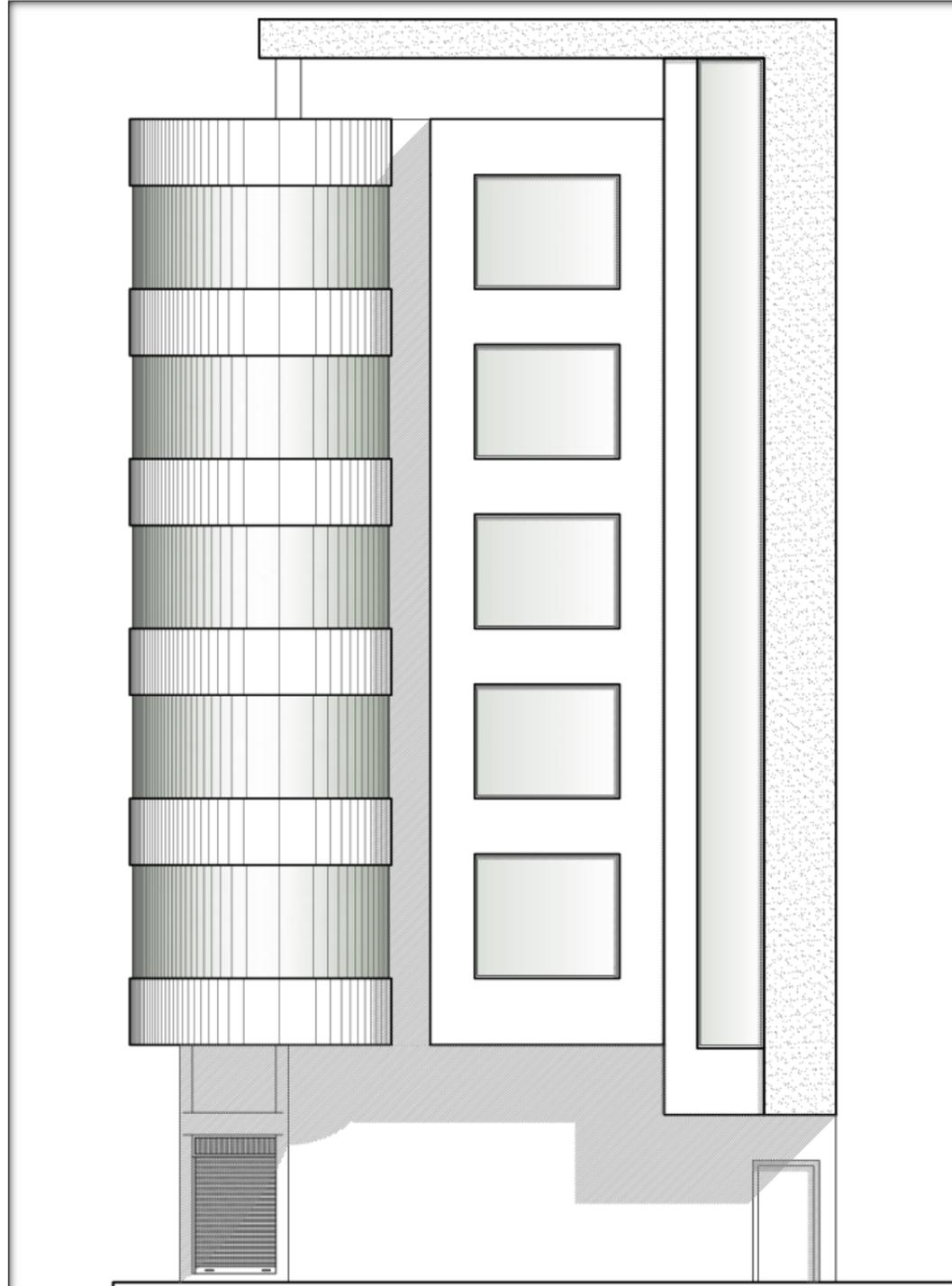


3°, 4°, 5°, 6° PLANTA  
ESC. 1/50

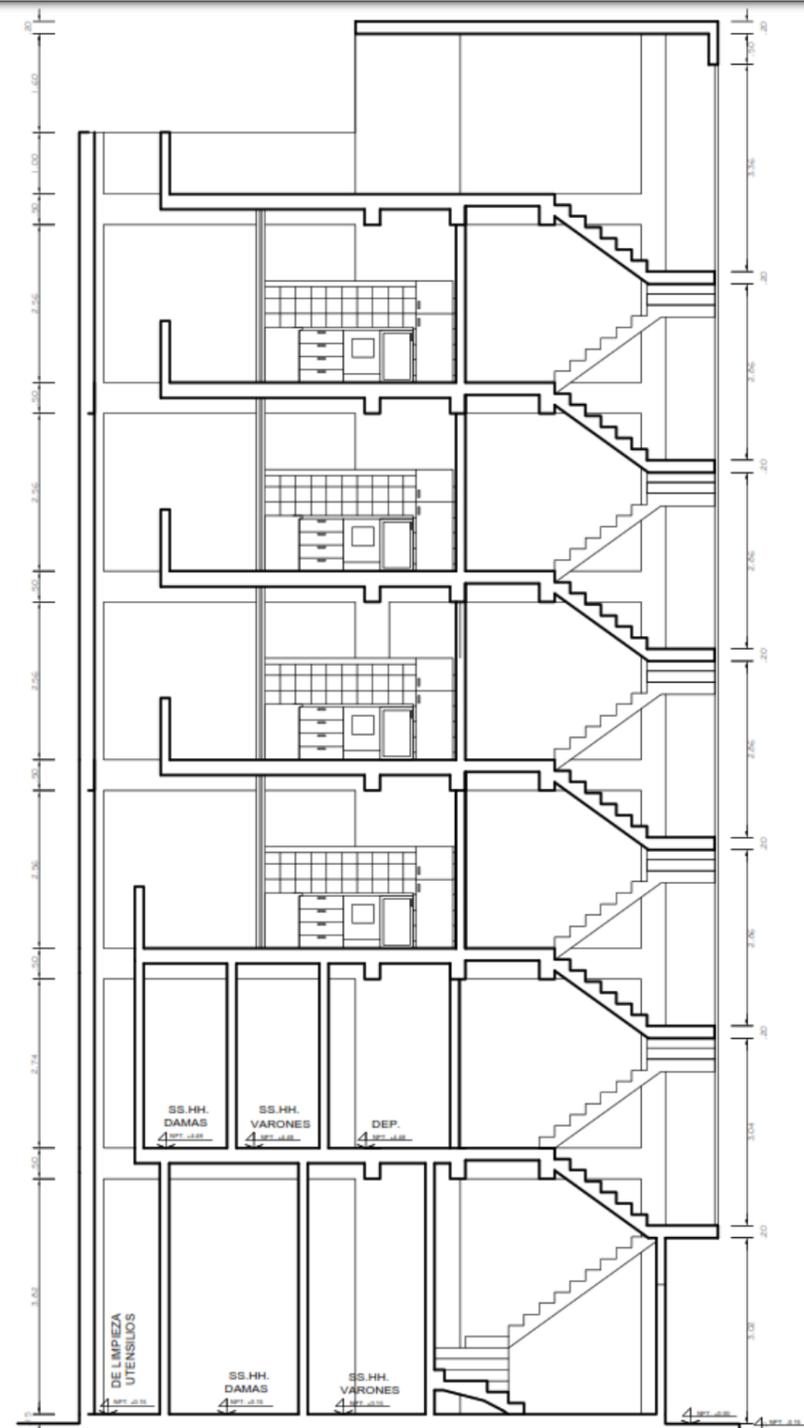


AZOTEA  
ESC. 1/50

PROYECTO "VIVIENDA COMERCIO"	N°
PROPIETARIO : Sra. ELIZABETH ZURIGA GALICIA VDA. DE TUO	<b>AD.2</b>
UBICACION : LOTE No. 3-B-1 MZ. "6" ESQUINA AV. ALMIRANTE ORAU CON JIRON SANTA CATALINA - JULIACA	
PLANO : PLANO DE DISTRIBUCION	
ESC. INDICADA : MAYO - 2014	



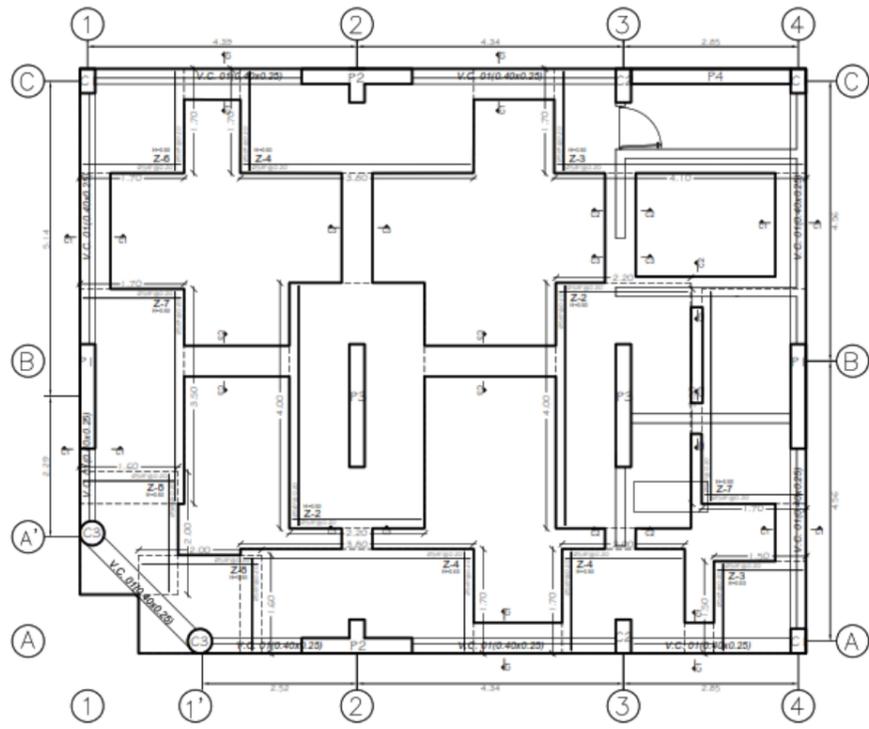
ELEVACION PRINCIPAL  
ESC. 1/50



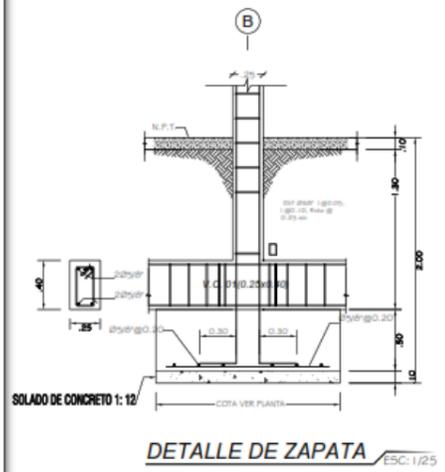
CORTE X - X  
ESC. 1/50

PROYECTO "VIVIENDA COMERCIO"  
 PROPIETARIO : Sra. ELIZABETH ZURIGA GALICIA VDA. DE TUÑO  
 UBICACION : LOTE No. 3-B-1 MZ. 75ª ESQUINA AV. ALMIRANTE GRAU  
 CON JIRÓN SANTA CATALINA - JULIACA  
 PLANO : PLANO DE DISTRIBUCION  
 ESC. INDICADA MAYO - 2014

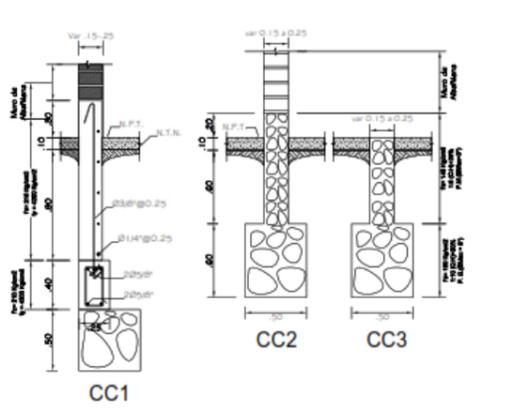
N°  
**AD.3**



CUADRO DE COLUMNAS						
ESQUEMA	1º NIVEL	2º NIVEL	3º NIVEL	4º NIVEL	5º NIVEL	6º NIVEL
<b>C1</b> EST 2Ø8@200, 1Ø10, 2Ø15, Ref:Ø.25, etc						
<b>C2</b> EST 2Ø8@200, 1Ø10, 2Ø15, Ref:Ø.25, etc						
<b>C3</b> EST 2Ø8@200, 1Ø10, 2Ø15, Ref:Ø.25, etc						



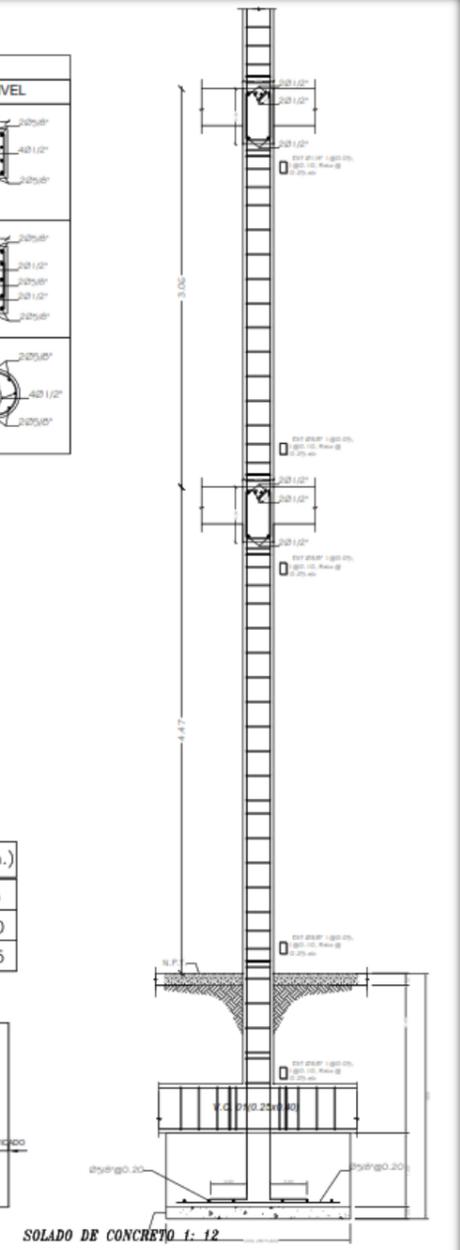
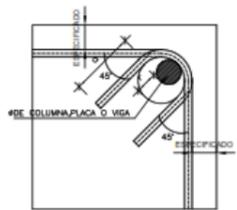
DETALLE DE ZAPATA ESC: 1/25



DETALLE DE CIMENTOS CORRIDOS ESC: 1/25

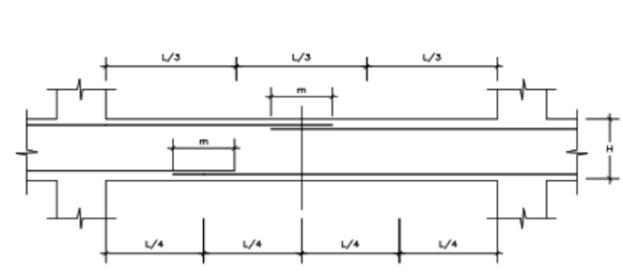
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
<b>CONCRETO CICLOPEO:</b>	
CEMENTO:	CEMENTO HORNICÓN 1:10 + 30% PIEDRA MEDIANA 3" MAXIMO
SOBRECIMENTO:	CEMENTO HORNICÓN 1:8 + 25% PIEDRA MEDIANA 3" MAXIMO
<b>RESISTENCIA</b>	
RESISTENCIA DE TERRENO:	1.20 kg/cm2
<b>CONCRETO ARMADO:</b>	
CONCRETO - COLUMNAS:	fc = 210 kg/cm2
CONCRETO - VIGAS:	fc = 210 kg/cm2
ACERO:	fy = 4200 kg/cm2
<b>SOBRECARGA:</b>	
TECHO 1 PISO:	200 kg/m2
TECHO 2 PISO:	200 kg/m2
TECHO 3, 4, 5 PISO:	200 kg/m2
<b>MORTERO:</b>	
PARA LADRILLOS KING KONG DE Fm = 35 Kg/cm (1:4 CEMENTO, ARENA) LLENANDO COMPLETAMENTE LAS JUNTAS VERTICALES Y HORIZONTALES DE DIAZADON 1" (USAR TECNOPORT).	

Ø	r(cm.)	a(cm.)
1/4"	1.3	6.5
3/8"	2.0	10.0
1/2"	2.5	12.5



SOLADO DE CONCRETO 1: 12

DESCRIPCION ESC: Escala



Ø	Longitud de Empalme
3/4"	0.70
5/8"	0.60
1/2"	0.50
3/8"	0.50

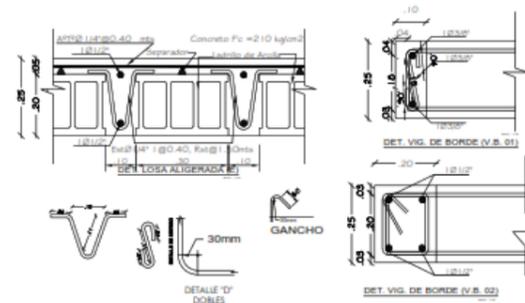
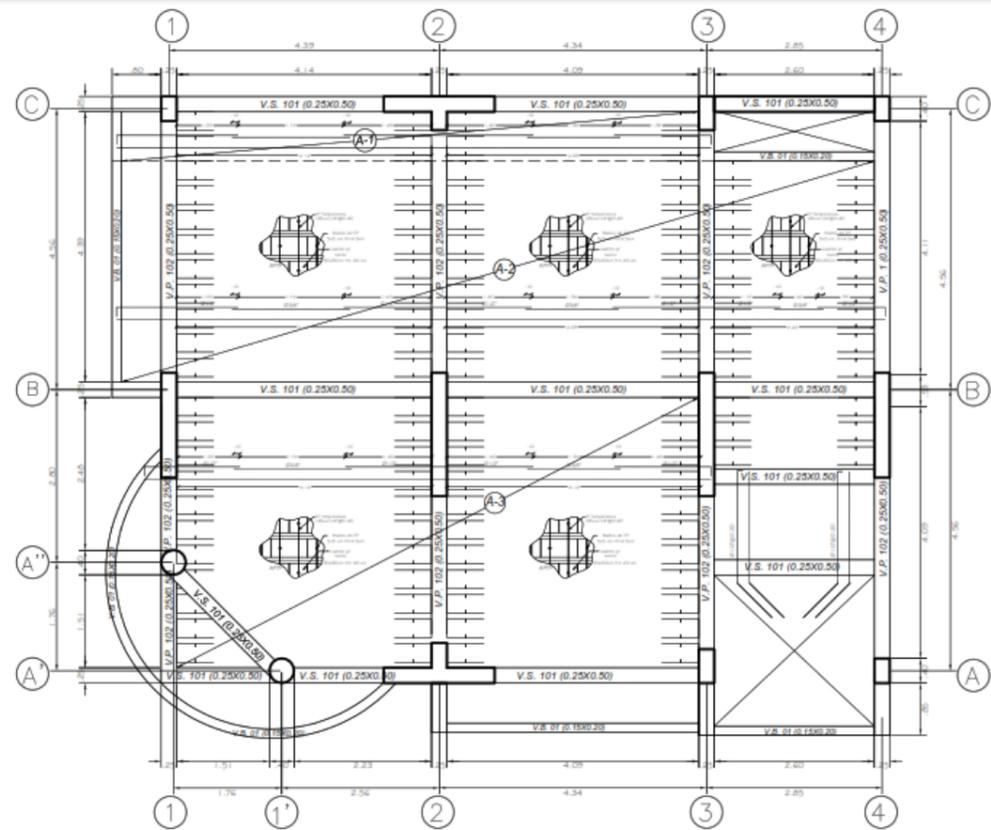
CUADRO DE GANCHOS STANDARD EN VARILLAS DE FIERRO CORRUGADAS	
Ø	G(cm)
1/4"	15
3/8"	20
1/2"	25
5/8"	35
3/4"	45

NOTA:  
EL ACERO DE REFUERZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL, EN VIGAS Y LOSA DE CIMENTACION, COLUMNA Y VIGAS, DEBERAN TERMINAR EN GANCHOS STANDARD, LOS CUALES SE ALJARAN EN EL CONCRETO CON LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN EL CUADRO MOSTRADO.

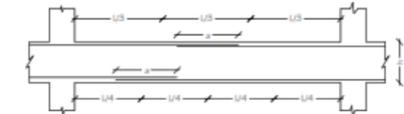
NOTA  
A- NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION.  
B- EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70% o CONSULTAR AL PROYECTISTA.  
C- PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS, SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25cm. PARA #3/8" Y 35cm. PARA #1/2" Y 5/8".

PROYECTO "VIVIENDA COMERCIO"  
PROPIETARIO : Sra. ELIZABETH ZURIGA GALICIA VDA. DE TUO  
UBICACION : LOTE No. 3-B-1 MZ. 75, ESQUINA AV. ALMIRANTE GRAU CON JIRON SANTA CATALINA - JULIACA  
PLANO : PLANO DE CIMENTACION  
ESC. INDICADA MAYO - 2014

N° **ED.1**



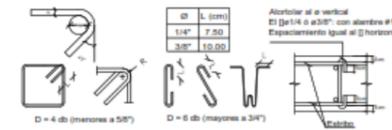
**EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS y ALIGERADOS**



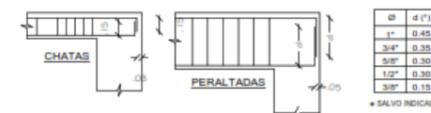
LONGITUDES DE EMPALME (x) (')		
Ø	Reforzo Inferior	Reforzo Superior
3/8"	0.40	0.55
1/2"	0.40	0.60
5/8"	0.50	0.70
3/4"	0.65	0.90
1"	1.15	1.60

**NOTA:**  
 a. NO EMPALMAR MAS DEL 50 % DEL AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION.  
 b. EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS o CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD EN UN 10 % o CONSULTAR AL PROYECTISTA.  
 c. PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO SUPERIOR DE EMPALMARE SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25 cm. PARA PEROS DE 3/8" o 1/2" o 3/4".

**LONGITUDES RECTA DE GANCHOS DE ESTRIBOS**



**LONGITUDES DE ANCLAJE TÍPICO DE VIGAS**



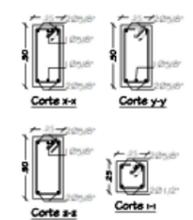
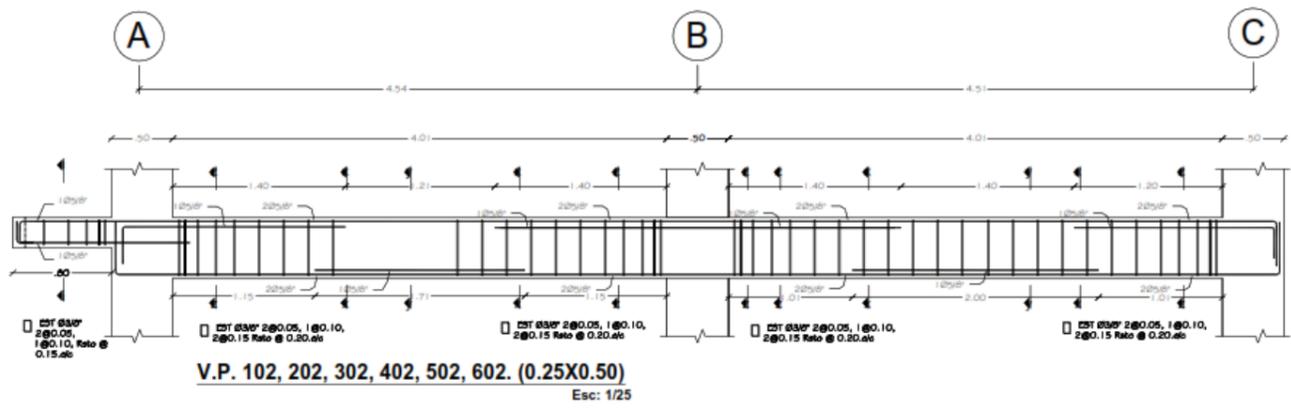
**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**CONCRETO CICLOPEO:**  
 CEMENTO: CEMENTO HORMIGÓN 1:10 + 30% REDRA GRANDE 6" MAXIMO  
 SOBRECIMENTO: CEMENTO HORMIGÓN 1:8 + 25%

**RESISTENCIA**  
 RESISTENCIA DE TERRENO: 1.00kg/cm<sup>2</sup> (VER EN OBRAS)

**CONCRETO ARMADO:**  
 CONCRETO - SOBRECIMENTOS ARMADOS  
 CONCRETO - COLUMNAS  
 CONCRETO - VIGAS  
 ACERO

**MORTERO:**  
 PARA LADRILLOS KING KONG DE Fm = 35 kg/cm<sup>2</sup> ( 1:4 CEMENTO, ARENA) LLENANDO COMPLETAMENTE LAS JUNTAS VERTICALES Y HORIZONTALES DE DILATACION 1" (USAR TECNOPORT)



PROYECTO "VIVIENDA COMERCIO" PROPIETARIO : Sra. ELIZABETH ZURIGA GALICIA VDA. DE TUO UBICACION : LOTE No. 3-B-1 MZ. 75, ESQUINA AV. ALMIRANTE GRAU CON JIRON SANTA CATALINA - JULIACA PLANO : LOSA ALIGERADA ESC. INDICADA : MAYO - 2014	N° <h1>ED.2</h1>
---	---------------------