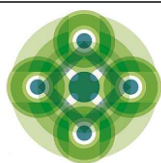




Comune di Bologna



Sostenibilità
è Bologna



PUMS
BOLOGNA
METROPOLITANA

RTI Progettisti:

SYSTRA

SOTECNI
SYSTRA GROUP



AEGIS
CANTARELLI + PARTNERS



STUDIO MATTIOLI
Ambiente - Ingegneria - Energia



cooperativa archetologia

PROGETTO DEFINITIVO DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione

Intervento finanziato con risorse
FSC 2014-2020 - Piano operativo della Città
metropolitana di Bologna
Delibera CIPE n.75/2017



DEPOSITO BORGO PANIGALE IMPIANTI MECCANICI - ELABORATI GENERALI

D01 Edificio Amministrativo e PCC - HVAC - Verifiche di legge ai sensi del DM 26.06.2015
(requisiti minimi) e del D.Lgs n. 28/2011 (uso di fonti rinnovabili)

COMUNE DI BOLOGNA
SETTORE MOBILITA' SOSTENIBILE E INFRASTRUTTURE

IL DIRETTORE DEL SETTORE
ING. CLETO CARLINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ING. GIANCARLO SGUBBI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO
ING. MIRKA RIVOLA

SEGRETERIA TECNICA
ING. BARBARA BARALDI
GEOM. AGNESE FERRO
ARCH. VIRGINIA BORRELLO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE DI COMMESSA
ING. PAOLO MARCHETTI

COORDINATORE TECNICO
ING. ALESSANDRO PIAZZA

SISTEMA TRANVIARIO
ING. SANTI CAMINITI

ARCHITETTURA E INSERIMENTO URBANISTICO
ARCH. SEBASTIANO FULCI DE SARNO

OPERE A VERDE
ARCH. NICOLA CANTARELLI

OPERE STRUTTURALI
ING. STEFANO TORTELLA

SEGNALAMENTO E TELECOMUNICAZIONI
ING. ALBERTO FORCHINO

AMBIENTE
PROF. MATTEO MATTIOLI

SICUREZZA
ARCH. SERGIO MOSCCEO

ARCHEOLOGIA
DOTT. CRISTINA BIGAZZI

BIM MANAGER
GEOM. MIRKO CASAROLI

RESP. INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
ING. SANTI CAMINITI

IMPIANTI TECNOLOGICI
ING. JEREMIE WAJS

STUDI TRASPORTISTICI
ING. ANDREA SPINOSA

VIABILITA' INTERFERENTE E SOTTOSERVIZI
ING. PIETRO CAMINITI

IDRAULICA E IDROLOGIA
ING. ANDREA BENVENUTI

DEPOSITO
ING. GIORGIO COLETTI

ARMAMENTO
ING. MAURIZIO FALZEA

GEOLOGIA E GEOTECNICA
DOTT. GEOL. ANTONIO PAONE

TRAZIONE ELETTRICA
ING. DOMENICO D'APOLLONIO

IMPIANTI MECCANICI
ING. MATTEO MARIOTTI

PIANI ECONOMICI E FINANZIARI
ING. BORIS ROWENCZYN

COMMESSA FASE LOTTO WBS DISCIPLINA TIPO NUMERO

B381 D A01 D01 M00 RT 03

REV.

C

SCALA

-

NOME FILE

B381-D-A01-D01-M00-RT-03-C

REV. DATA DESCRIZIONE REDATTO VERIFICATO APPROVATO

A	Nov. 2020	EMISSIONE	ROSELLI	MARIOTTI	S. CAMINITI
B	Gen. 2021	AGGIORNAMENTO A SEGUITO DI ISTRUTTORIA CDS	ROSELLI	MARIOTTI	S. CAMINITI
C	Giugno 2021	Aggiornamento a seguito chiusura CdS e validazione PD	ROSELLI	MARIOTTI	S. CAMINITI
D					

RIASSUNTO VERIFICHE DI LEGGE

Impianto: *Edificio D01 - Uffici e PCC*

Verifiche secondo: *DGR 20.07.15 n. 967*

Fase

*Fase II – 1 Gennaio 2017 edifici pubblici e
1° Gennaio 2019 altri edifici*

Intervento

Nuova costruzione

Criterio per l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili:

secondo DGR 967/2015 – All. 2, p. B.7.1

☒ [X]

Elenco verifiche:

Tipo verifica	Esito	Valore ammissibile		Valore calcolato	u.m.
<i>Verifica termoigrometrica</i>	<i>Positiva</i>				
<i>Verifica sulla temperatura critica interna del ponte termico</i>	<i>-</i>				
<i>Copertura da fonti energetiche rinnovabili</i>	<i>Positiva</i>	<i>55.0</i>	<i><</i>	<i>70.1</i>	<i>%</i>
<i>Trasmittanza media divisori e strutture locali non climatizzati</i>	<i>Positiva</i>				
<i>Indice di prestazione termica utile per riscaldamento</i>	<i>Positiva</i>	<i>70.22</i>	<i>></i>	<i>69.01</i>	<i>kWh/m²</i>
<i>Indice di prestazione termica utile per il raffrescamento</i>	<i>Positiva</i>	<i>16.42</i>	<i>></i>	<i>8.07</i>	<i>kWh/m²</i>
<i>Indice di prestazione energetica globale</i>	<i>Positiva</i>	<i>213.70</i>	<i>></i>	<i>83.07</i>	<i>kWh/m²</i>
<i>Area solare equivalente estiva per unità di superficie utile</i>	<i>Positiva</i>				
<i>Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione (H't)</i>	<i>Positiva</i>				
<i>Efficienza media stagionale dell'impianto per servizi riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento</i>	<i>Positiva</i>				

Dettagli – Verifica termoigrometrica :

Cod.	Tipo	Descrizione	Condensa superficiale	Condensa interstiziale
<i>M1</i>	<i>T</i>	<i>Parete esterna in blocchi autoclavati</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M2</i>	<i>N</i>	<i>Parete divisoria in lastre di cartongesso e lana di vetro</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M4</i>	<i>N</i>	<i>Parete interna in blocchi autoclavati</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M7</i>	<i>U</i>	<i>PT-SEM 01 Parete esterna su ambiente non riscaldato in calcestruzzo armato</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M8</i>	<i>U</i>	<i>PT-SEM01 Parete divisoria in lastre di cartongesso e lana di vetro LC-LNC</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M9</i>	<i>U</i>	<i>PT-ASC-02 Parete divisoria in blocchetti autoclavati LC-LNC</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M10</i>	<i>U</i>	<i>PT-TOD Parete divisoria in lastre di cartongesso e lana di vetro LC-LNC</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M12</i>	<i>U</i>	<i>PT-TOU Parete esterna su ambiente non riscaldato in blocchi autoclavati</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M14</i>	<i>U</i>	<i>PT-COR-02 Parete esterna su ambiente non riscaldato in calcestruzzo armato</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M15</i>	<i>U</i>	<i>Parete divisoria in lastre di</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>

		cartongesso e lana di vetro LC-LNC		
M16	U	PP-SEM-02 Parete esterna su ambiente non riscaldato in calcestruzzo armato	Positiva	Positiva
M17	U	PP-TOU/TOD Parete divisoria in lastre di cartongesso e lana di vetro LC-LNC	Positiva	Positiva
M18	U	PP-TOU/TOD Parete esterna su ambiente non riscaldato in blocchi autoclavati	Positiva	Positiva
M19	U	PP-SEM-01 Parete esterna su ambiente non riscaldato in calcestruzzo armato	Positiva	Positiva
M21	U	PP-ASC Parete esterna su ambiente non riscaldato in blocchi autoclavati	Positiva	Positiva
M22	U	PS-SEM-02 Parete esterna su ambiente non riscaldato in calcestruzzo armato	Positiva	Positiva
M23	U	PS-ASC-02 Parete esterna su ambiente non riscaldato in blocchi autoclavati	Positiva	Positiva
M24	U	PS-TOU/TOD Parete divisoria in lastre di cartongesso e lana di vetro LC-LNC	Positiva	Positiva
M25	U	PS-TOU/TOD Parete esterna su ambiente non riscaldato in blocchi autoclavati	Positiva	Positiva
M26	U	PS-SEM-01 Parete esterna su ambiente non riscaldato in calcestruzzo armato	Positiva	Positiva
P1	G	Pavimento su terreno	Positiva	Positiva
P2	N	Solaio intermedio LC-LC	Positiva	Positiva
S1	T	Copertura	Positiva	Positiva
S2	N	Solaio intermedio LC-LC	Positiva	Positiva

Dettagli – Verifica sulla temperatura critica interna del ponte termico :

Cod.	Descrizione	Verifica rischio muffa
------	-------------	------------------------

Dettagli – Copertura da fonti energetiche rinnovabili :

Riferimento: DGR 967/2015 Allegato 2 – punto B.7.1

Servizio	EPren [kWh]	EPnren [kWh]	EPTot [kWh]
Riscaldamento	65387.19	36698.88	102086.07
Acqua calda sanitaria	5416.92	2071.19	7488.11
Raffrescamento	22252.18	835.09	23087.27
TOTALI	93056.28	39605.16	132661.45

$$\% \text{ copertura} = [(93056.28) / (132661.45)] * 100 = 70.15$$

Dettagli – Trasmittanza media divisori e strutture locali non climatizzati :

Cod.	Tipo	Descrizione	Verifica	U amm. [W/m²K]		U media [W/m²K]	U [W/m²K]
M2	N	Parete divisoria in lastre di cartongesso e lana di vetro	Positiva	0.800	≥	0.416	0.416
S2	N	Solaio intermedio LC-LC	Positiva	0.800	≥	0.520	0.520
M4	N	Parete interna in blocchi autoclavati	Positiva	0.800	≥	0.173	0.173
P2	N	Solaio intermedio LC-LC	Positiva	0.800	≥	0.705	0.705
M5	E	Parete esterna in blocchi autoclavati da NR ad esterno	Positiva	0.800	≥	0.175	0.175
M68	E	Porta 120x210 LNC-E	Positiva	2.800	≥	1.200	1.200
S3	E	Copertura LNC	Positiva	0.800	≥	0.193	0.193

M66	E	Porta 180x210 LNC-E	Positiva	2.800	≥	1.200	1.200
P3	R	Pavimento su terreno da LNC	Positiva	0.800	≥	0.147	0.147

Dettagli – Indice di prestazione termica utile per riscaldamento :

Riferimento: DGR n. 967, allegato 2, sezione B, punto B.2

Su [m ²]	Q _{h,nd amm.} [kWh]	Q _{h,nd} [kWh]
2925.90	205452.41	201911.13

Dettagli – Indice di prestazione termica utile per il raffrescamento :

Riferimento: DGR n. 967, allegato 2, sezione B, punto B.2

Su [m ²]	Q _{c,nd amm.} [kWh]	Q _{c,nd} [kWh]
2925.90	48036.47	23614.71

Dettagli – Indice di prestazione energetica globale :

Riferimento: DGR n. 967, allegato 2, punto B.7.1

Servizio	EP ed. riferimento [kWh/m ²]	EP [kWh/m ²]
Riscaldamento	105.29	34.89
Acqua calda sanitaria	3.95	2.56
Raffrescamento	28.96	7.89
Ventilazione	43.01	13.78
Illuminazione	31.89	23.51
Trasporto	0.60	0.44
TOTALE	213.70	83.07

Dettagli – Area solare equivalente estiva per unità di superficie utile :

Nr.	Descrizione	Verifica	Asol,eq,amm [-]		Asol,eq [-]	Asol [m ²]	Su [m ²]
1	Piano terra	Positiva	0.040	≥	0.005	5.75	1085.32
2	Piano primo	Positiva	0.040	≥	0.004	4.02	961.28
3	Piano secondo	Positiva	0.040	≥	0.006	4.97	879.30

Dettagli – Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione (H't) :

Nr.	Descrizione	Cat. DPR. 412	H't amm. [W/m ² K]		H't [W/m ² K]
1	Piano terra	E.2	0.55	≥	0.25
2	Piano primo	E.2	0.55	≥	0.28
3	Piano secondo	E.2	0.55	≥	0.31

Dettagli – Efficienza media stagionale dell'impianto per servizi riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento :

Nr.	Servizi	Verifica	η _{g amm} [%]		η _g [%]
1	Riscaldamento	Positiva	50.9	≤	89.3
2	Riscaldamento	Positiva	42.0	≤	159.0
3	Riscaldamento	Positiva	44.8	≤	126.3
4	Acqua calda sanitaria	Positiva	56.5	≤	87.6
5	Raffrescamento	Positiva	114.8	≤	278.0
6	Raffrescamento	Positiva	187.9	≤	457.6
7	Raffrescamento	Positiva	172.0	≤	461.8

Dettagli – Fabbisogni energetici servizio Riscaldamento:

Qp,ren = 65387.19 kWh

Qp,nren = 36698.88 kWh

Qp,tot = 102086.07 kWh

$Qp,X = \sum m[\sum i(Edel,ter,gen,i * fpx,gen,i) + Wdel,CG,ren + Wdel,CG,nren + Wdel,CG,tot + (Wdel,Fv * fpx) + (Qel,gross * fpx) + (Qsol * fpx) + (Qeres * fpx) - (Qel,surplus,CG * fpx) - (Qel,surplus,FV * fpx)]$

	Gen [kWh]	Feb [kWh]	Mar [kWh]	Apr [kWh]	Mag [kWh]	Giu [kWh]	Lug [kWh]	Ago [kWh]	Set [kWh]	Ott [kWh]	Nov [kWh]	Dic [kWh]	fp ren	fp nren	fp tot
Edel,ter,g1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	1.95	2.42
Wdel,CG,ren	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-
Wdel,CG,nren	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-
Wdel,CG,tot	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-
Wdel,fv	3594.54	4740.96	4601.45	1788.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	679.16	2287.46	2337.33	1.00	0.00	1.00
Qel,gross	7684.16	1796.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2035.93	7587.33	0.47	1.95	2.42
Qsol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Qeres	14779.3 4	6501.64	1295.17	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3018.51	12790.35	1.00	0.00	1.00
Qel,surplus,CG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Qel,surplus,FV	0.00	0.00	1186.90	946.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.55	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00

Legenda simboli

Edel,ter,g1	Energia termica consegnata Pompa di calore - secondo UNI/TS 11300-4
Wdel,CG,ren	Energia elettrica in situ da cogenerazione rinnovabile
Wdel,CG,nren	Energia elettrica in situ da cogenerazione non rinnovabile
Wdel,CG,tot	Energia elettrica in situ da cogenerazione totale
Wdel,fv	Energia elettrica in situ da Fotovoltaico, inclusa eccedenza
Qel,gross	Energia elettrica prelevata dalla rete
Qsol	Energia termica proveniente da solare termico utilizzata nel mese
Qeres	Energia termica proveniente da pompa di calore (Eres)
Qel,surplus,CG	Energia prodotta da CG e non consumata nel mese
Qel,surplus,FV	Energia prodotta da FV e non consumata nel mese

Dettagli – Fabbisogni energetici servizio Acqua calda sanitaria:

Qp,ren = 5416.92 kWh

Qp,nren = 2071.19 kWh

Qp,tot = 7488.11 kWh

$Qp,X = \sum m[\sum i(Edel,ter,gen,i * fpx,gen,i) + Wdel,CG,ren + Wdel,CG,nren + Wdel,CG,tot + (Wdel,Fv * fpx) + (Qel,gross * fpx) + (Qsol * fpx) + (Qeres * fpx) - (Qel,surplus,CG * fpx) - (Qel,surplus,FV * fpx)]$

	Gen [kWh]	Feb [kWh]	Mar [kWh]	Apr [kWh]	Mag [kWh]	Giu [kWh]	Lug [kWh]	Ago [kWh]	Set [kWh]	Ott [kWh]	Nov [kWh]	Dic [kWh]	fp ren	fp nren	fp tot
Edel,ter,g1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	1.95	2.42
Wdel,CG,ren	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-
Wdel,CG,nren	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-
Wdel,CG,tot	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-
Wdel,fv	158.87	243.24	399.15	442.79	399.57	313.62	250.89	313.69	316.87	305.02	207.14	118.09	1.00	0.00	1.00
Qel,gross	343.95	98.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.84	190.00	386.54	0.47	1.95	2.42
Qsol	34.66	135.24	212.39	290.61	370.74	366.21	442.32	367.58	291.36	147.52	58.12	0.00	1.00	0.00	1.00
Qeres	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Qel,surplus,CG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Qel,surplus,FV	0.00	0.00	92.15	236.16	243.54	182.21	150.21	170.64	137.46	55.62	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00

Legenda simboli

Edel,ter,g1	Energia termica consegnata Pompa di calore - secondo UNI/TS 11300-4
Wdel,CG,ren	Energia elettrica in situ da cogenerazione rinnovabile
Wdel,CG,nren	Energia elettrica in situ da cogenerazione non rinnovabile
Wdel,CG,tot	Energia elettrica in situ da cogenerazione totale
Wdel,fv	Energia elettrica in situ da Fotovoltaico, inclusa eccedenza
Qel,gross	Energia elettrica prelevata dalla rete
Qsol	Energia termica proveniente da solare termico utilizzata nel mese
Qeres	Energia termica proveniente da pompa di calore (Eres)
Qel,surplus,CG	Energia prodotta da CG e non consumata nel mese
Qel,surplus,FV	Energia prodotta da FV e non consumata nel mese

Dettagli – Fabbisogni energetici servizio Raffrescamento:

Qp,ren = 22252.18 kWh

Qp,nren = 835.09 kWh

Qp,tot = 23087.27 kWh

$Qp,x = \sum [\Sigma i(Edel,ter,gen,i * fpx,gen,i) + Wdel,CG,ren + Wdel,CG,nren + Wdel,CG,tot + (Wdel,Fv * fpx) + (Qel,gross * fpx) + (Qsol * fpx) + (Qeres * fpx) - (Qel,surplus,CG * fpx) - (Qel,surplus,FV * fpx)]$

	Gen [kWh]	Feb [kWh]	Mar [kWh]	Apr [kWh]	Mag [kWh]	Giu [kWh]	Lug [kWh]	Ago [kWh]	Set [kWh]	Ott [kWh]	Nov [kWh]	Dic [kWh]	fp ren	fp nren	fp tot
Edel,ter,z1,g1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	1.95	2.42
Edel,ter,z2,g1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	1.95	2.42
Edel,ter,z3,g1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	1.95	2.42
Wdel,CG,ren	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-
Wdel,CG,nren	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-
Wdel,CG,tot	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-
Wdel,fv	0.00	0.00	187.79	3453.64	8173.07	9496.45	12743.74	8518.48	5498.00	1712.77	22.35	0.00	1.00	0.00	1.00
Qel,gross	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	403.00	25.26	0.00	0.47	1.95	2.42
Qel,surplus,CG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Qel,surplus,FV	0.00	0.00	1.89	1285.78	4847.21	5522.60	7918.41	4627.05	2303.64	193.28	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00

Legenda simboli

Edel,ter,z1,g1	Energia termica consegnata Pompa di calore - secondo UNI/TS 11300-3 1-Piano terra
Edel,ter,z2,g1	Energia termica consegnata Pompa di calore - secondo UNI/TS 11300-3 2-Piano primo
Edel,ter,z3,g1	Energia termica consegnata Pompa di calore - secondo UNI/TS 11300-3 3-Piano secondo
Wdel,CG,ren	Energia elettrica in situ da cogenerazione rinnovabile
Wdel,CG,nren	Energia elettrica in situ da cogenerazione non rinnovabile
Wdel,CG,tot	Energia elettrica in situ da cogenerazione totale
Wdel,fv	Energia elettrica in situ da Fotovoltaico, inclusa eccedenza
Qel,gross	Energia elettrica prelevata dalla rete
Qel,surplus,CG	Energia prodotta da CG e non consumata nel mese
Qel,surplus,FV	Energia prodotta da FV e non consumata nel mese